

# La cara oculta del Cub de Rubik

43.252.003.274.489.856.000 raons per odiar-lo o

estimar-lo



**Pseudònim: Lomedu**

*“Our whole life is solving puzzles.”*

**Ernő Rubik**

## **AGRAÏMENTS**

La realització del present treball de recerca no hauria estat possible sense l'ajuda i el recolzament de les persones que tinc més a prop, família amics i companys.

Dono les gràcies a la meva tutora de treball pel seu seguiment, ajudant-me amb l'estructuració del treball i els dubtes que anaven sorgint. Tanmateix, vull agrair als meus pares per donar-me suport i ànims en tot el període de realització d'aquest projecte. Agraïxo també especialment l'ajuda de la meva amiga Alba Prats en l'elaboració del títol.

Val a dir que no hauria sigut el mateix sense la col·laboració de la Llar d'infants municipal L'Estel, la Berta García, el director de l'ONCE de Lleida Domingo García i l'Àngel i la seva família.

Per últim, m'agradaria donar els meus sincers agraïments a la persona que dóna sentit a aquest treball, Ernő Rubik.

## ÍNDIX

<b>INTRODUCCIÓ</b> .....	7
Objectius .....	8
Hipòtesis .....	9
Metodologia .....	10
<b>MARC TEÒRIC</b> .....	11
1. El Cub de Rubik.....	12
1.1. Anàlisi del Cub de Rubik .....	12
1.2. Els colors .....	12
2. Història del Cub de Rubik .....	13
3. La matemàtica que amaga el cub .....	15
3.1. Permutacions .....	15
3.2. Més números .....	17
4. Desplegaments en el pla .....	18
4.1. Conceptes previs .....	18
4.2. Possibles desplegaments d'un cub .....	19
4.3. Propietats dels desplegaments .....	19
5. Introducció al cub .....	20
5.1. Notació.....	20
5.2. Vocabulari.....	21
6. Variants .....	23
7. Competicions oficials .....	26
7.1. Reglament de la WCA.....	26
7.2. Cubistes, modalitats i rècords .....	27

8.	El Cub de Rubik en la nostra societat .....	28
8.1.	En l'Art .....	28
8.1.1.	Orígens .....	28
8.1.2.	Empreses .....	29
8.2.	En la Tecnologia .....	30
8.2.1.	Màquina.....	30
8.2.2.	Aplicacions .....	30
8.3.	En sèries i pel·lícules .....	32
8.4.	A Youtube .....	37
8.5.	Al Llibre de Rècords Guinness.....	38
8.6.	A Google.....	39
9.	Associacions .....	41
9.2.	Club de Rubik de Catalunya.....	41
9.3.	Asociación Española del Cubo de Rubik.....	41
9.4.	World Cube Association.....	41
10.	Mites .....	42
11.	Curiositats .....	43
	<b>MARC PRÀCTIC</b> .....	<b>44</b>
12.	Introducció del Cub de Rubik a l'ensenyament.....	45
12.2.	Teories i beneficis hipotètics .....	45
12.3.	Funcionament .....	46
12.4.	Resultats.....	47
13.	Un Cub de Rubik per a cecs .....	48
13.2.	Objectius.....	48
13.3.	El meu prototip.....	48
13.4.	Experimentació .....	49

14.	Enquesta.....	50
14.2.	Buidatge, gràfics i conclusions .....	50
15.	Resolució del Cub de Rubik .....	53
15.2.	Experts.....	53
15.3.	Blindfolded .....	53
15.4.	Principiants .....	53
<b>CONCLUSIONS .....</b>		<b>61</b>
<b>FONTS D'INFORMACIÓ .....</b>		<b>63</b>
	Webgrafia .....	63
	Bibliografia .....	64
	Articles .....	64
	Il·lustracions.....	65
<b>ANNEXOS.....</b>		<b>66</b>
<b>ANNEX I: ENQUESTA ON-LINE .....</b>		<b>67</b>
<b>ANNEX II: EL TEST .....</b>		<b>69</b>
<b>ANNEX III: ASSISTÈNCIA A LA COMPETICIÓ DE BARCELONA .....</b>		<b>74</b>
<b>ANNEX IV: ENTREVISTA A BERTA GARCÍA.....</b>		<b>75</b>
<b>ANNEX V: ENTREVISTA AL DIRECTOR DE L'ONCE.....</b>		<b>78</b>

## **INTRODUCCIÓ**

Estratègia, anàlisi, intuïció, imaginació i principalment diversió, conflueixen en el Cub de Rubik, l'enigma de tot individu humà. La cara oculta del Cub de Rubik, el títol d'aquest treball de recerca, pretén anar més enllà del trencaclosques i desemmascarar tot allò que es desconeix sobre aquest. Sovint, subjectes em deien que el cub no donava tant com per a fer un treball d'aquest caire i, ves per on, ara n'estic fent la introducció.

La il·lusió de dedicar el Treball de Recerca a una de les meves grans passions, el Cub de Rubik, m'ha acompanyat durant la seva realització. La motivació principal que m'ha portat a escollir aquest tema és ben simple: l'afany d'aprendre i combinar el joc amb l'aprenentatge.

El motiu precursor que m'ha portat a realitzar aquest treball és la fascinació que sempre m'han provocat els jocs d'enginy, així com els Sudoku, encreuats, puzles... Ara bé, el fet decisiu de la seva elaboració sorgeix arran de pensar en el meu trajecte de coneixença del cub. El primer contacte que vaig tenir amb aquest va ser fa poc més d'un any. Com sol passar, als primers instants de conèixer-lo vaig pensar que era impossible de resoldre, així que el vaig abandonar. Mesos més tard em vaig proposar solucionar-lo, i així ho vaig fer. A partir d'aquí vaig anar millorant els meus temps i la meva passió per aquest va anar augmentant. Poc a poc vaig anar adquirint altres trencaclosques, fins arribar a l'actual col·lecció de 23 cubs diferents.

En poques paraules, tal com s'ha dit, el treball pretén anar més enllà del simple cub i, endinsant-me en el seu món, descobrir tot el que aquest amaga i ens proporciona. Concretament vull tractar temes matemàtics, lúdics i cognitius. Descobrir la popularitat que l'envolta i analitzar el seu paper en l'actual societat. Al capdavant, amb aquest projecte també he volgut fer referència al fet de l'aprenentatge a través de material extra, en aquest cas un simple trencaclosques, i demostrar que aporta beneficis alhora que aprens.

No vull concloure aquesta part de la introducció sense mencionar la importància que té per a mi el Cub de Rubik, ja que m'ha fet créixer psicològicament i m'ha proporcionat molt bones experiències i amistats.

## **OBJECTIUS**

L'objectiu principal que m'he plantejat en aquest treball és fer un anàlisi complet sobre com es troba el Cub de Rubik en la societat des de la vessant matemàtica, lúdica, social i cognitiva.

En primer lloc, des del punt de vista matemàtic, he tractat de trobar i demostrar el nombre de combinacions possibles que hi ha en un cub. D'altra banda, fent referència a aquest fet, l'he volgut comparar amb els segons que té l'Univers i la distància que separa la Terra de la constel·lació Columba. A més a més, he pretès esbrinar quins desenvolupaments d'un cub en el pla tenen la possibilitat de tancar-se i formar-ne un.

En relació a l'àmbit lúdic, m'he proposat elaborar un manual escrit que permeti la resolució del Cub de Rubik. Aquesta és per a principiants, assolible per a persones sense cap coneixement previ. També he volgut estudiar les variants que s'han fet a partir del cub convencional. Tanmateix, he intentat desmentir alguns mites en relació amb el trencaclosques.

Quant als aspectes socials, m'he intentat posar a la pell dels invidents per crear un cub de Rubik adaptat que permeti a aquest col·lectiu utilitzar-lo. D'altra banda, conèixer la història del cub i els seus orígens n'és un altre fi.

Pel que fa al vessant cognitiu, el meu propòsit ha estat trobar els beneficis que pot aportar el Cub de Rubik, ja que si aquests són rellevants, es podria introduir a l'ensenyament per millorar el rendiment acadèmic mitjançant la seva pràctica.

Per completar el treball volia conèixer la seva presència en l'art, la tecnologia i el cinema. Tanmateix observar quin nivell d'interès ha tingut la cerca a Google del Cub de Rubik d'uns anys cap aquí i comparar-la amb la tendència a Youtube.

L'últim objectiu que m'agradaria assolir, i no per això menys important, és que aquest treball arribi al major nombre de mans possibles. Que se'n faci difusió i es comentí, i sobretot, aconseguir que el tema us apassioni a tots vosaltres, lectors.



## **HIPÒTESIS**

La part pràctica d'aquest treball de recerca gira al voltant de les següents hipòtesis que m'he anat formulant durant el procés:

- La pràctica del Cub de Rubik aporta certs beneficis i destreses, així com una millora de la memòria, la concentració i la visió tridimensional.
- Ser esquerrà influeix en la resolució del cub.
- La gent desconeix la majoria de fets relacionats amb el món del Cub de Rubik.
- Les persones amb discapacitat visual també són capaces de resoldre el trencaclosques.
- Tot i que tothom coneix què és el cub i el troba fascinant, la majoria de gent que m'envolta no és capaç de resoldre'l.

## **METODOLOGIA**

Pel que fa a la metodologia primer fou imprescindible escollir i delimitar el tema, per poder executar la planificació del treball i el plantejament dels objectius i les hipòtesis. A continuació vaig seleccionar el material bibliogràfic en el qual em basaria. La segona fase fou la lectura, recerca i buidatge exhaustiu. Les fonts principals utilitzades foren llibres, articles, arxius digitals i pàgines web.

El treball se centra al voltant de dos eixos: el marc teòric i el pràctic. Primerament fou necessari estudiar el cub profundament: la seva configuració, característiques i vocabulari específic, propietats, desenvolupaments i simetries que conté, com a pas previ a la seva resolució. Un cop coneixia el mètode, ja era possible començar la pràctica. Vaig començar la meua recerca sobre els beneficis que aquest pot aportar i el mètode de resolució del cub per part d'un cec. En aquest aspecte vaig tenir certes dificultats per manca d'informació, tot i que van estar compensades amb la troballa d'uns quants articles en anglès que tractaven el tema d'una forma força extensa. Així doncs, la recerca d'informació i la part pràctica van avançar alhora de forma paral·lela.

Mentre avançava amb el buidatge de les enquestes, realitzava de forma paral·lela el test i el seguiment per a l'altra experimentació, la introducció del Cub de Rubik a l'ensenyament, tot analitzant els beneficis que aquest pot aportar.

Per acabar de consolidar tots els meus coneixements vaig assistir a una competició a Barcelona i vaig estar en contacte amb els participants, amb la sort de poder entrevistar una de les organitzadores, la Berta García. També vaig visitar el director de l'ONCE de Lleida, Domingo García, el qual em va proporcionar dades i informacions vàries pel desenvolupament del treball.

La última fase fou l'anàlisi i redacció del treball. Un cop realitzada, vaig fer la revisió final, verificant les dades, contrastant informacions i revisant les fonts informatives. A continuació vaig extreure les conclusions finals, en què vaig procurar recollir les idees més rellevants de l'estudi i donar resposta a les hipòtesis plantejades en un inici. I per acabar, hi vaig adjuntar els annexos, amb la transcripció de totes les entrevistes, tests i enquestes realitzades.

# MARC TEÒRIC

## 1. EL CUB DE RUBIK

### 1.1. ANÀLISI DEL CUB DE RUBIK

El famós Cub de Rubik, també anomenat cub màgic, és un trencaclosques mecànic tridimensional en forma d'hexaedre, és a dir, consta de sis cares, cadascuna d'elles d'un color diferent. Cada cara disposa de 9 cubs més petits en disposició 3x3. L'objectiu consisteix en barrejar el cub i finalment, seguint una sèrie de moviments, obtenir novament sis homogènies i monocromàtiques cares. Per tant, hi ha només una única solució dins les aproximadament 43 trilions de combinacions possibles.

Aquest desafiament es basa en una enginyeria força impressionant: un eix intern que permet que tant les files com les columnes es puguin moure. Cal saber que en el Cub de Rubik hi ha tres tipus de peces: centres, els quals determinen el color de la cara, arestes i vèrtexs. Per tant, hi trobem 26 petits cubs:

6 centres	12 arestes	8 vèrtexs
-----------	------------	-----------

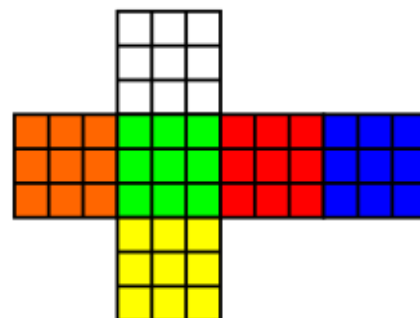


Il·lustració 1: Nucli del cub (creu axial)

### 1.2. ELS COLORS

Com tots haureu vist algun cop, el Cub està format per sis colors, un per cada cara. Aquests són, convencionalment, el blanc, el groc, el verd, el blau, el taronja i el vermell. És important saber com estan distribuïts, ja que ens serà útil a l'hora de resoldre'l.

Exactament com trobem col·locats els colors en aquesta imatge és com ens els trobarem sempre. És a dir, el blanc sempre serà l'oposat del groc, el vermell del taronja i el verd del blau. Evidentment no és necessari saber-s'ho per solucionar el Cub, però sovint ens serà d'utilitat, com podrem veure en l'apartat de la seva resolució.



## 2. HISTÒRIA DEL CUB DE RUBIK

Aquest desafiament porta fascinant a una bona part de la població mundial des que Ernő Rubik, el seu creador, el va portar al món ara fa poc més de quatre dècades. Encara avui, cap altre joc ha superat les vendes que aquest ha aconseguit, sumant un total d'uns 350 milions d'unitats.

Ernő Rubik va néixer a Budapest, Hongria, el 13 de juliol de 1944 durant la Segona Guerra Mundial. El seu pare, també anomenat Ernő, va ser un enginyer especialitzat en la construcció d'avions i veles de motor. La seva mare, en canvi, estava llicenciada en literatura i es dedicava a la poesia.

L'any 1958 va començar els estudis secundaris a una escola de Belles Arts com a escultor. Als 18 anys va inscriure's a la Universitat d'Ensenyament Tècnic de Budapest, on es va llicenciar com a arquitecte a l'obtenir el diploma l'any 1967. Va continuar els seus estudis a l'Escola Superior d'Arts decoratives i va aconseguir el títol de dissenyador.

Al 1971 Rubik va endinsar-se en el món de la docència com a professor d'arquitectura a l'escola de Budapest d'Arts aplicades. Va ser durant aquells anys quan va començar a dissenyar puzzles de tres dimensions i a construir el primer prototip del que coneixem avui en dia com a Cub de Rubik. Però Ernő no el va dissenyar per a què fos simplement un joc amb el qual et poguessis entretenir, sinó que es preguntava si podria moure els cubs independentment l'un de l'altre sense que caiguessin. Ernő sempre havia estat buscant conceptes nous i excitants maneres per presentar la informació als seus alumnes, ja que aquests pensaven en conceptes de superfícies planes i això els perjudicava a l'hora d'entendre les relacions més complicades a les representacions espacials. Així doncs, per desenvolupar en els seus alumnes la capacitat d'imaginació per la tercera dimensió, va crear el primer model de Cub.

Va començar el seu disseny amb petits cubs de fusta i gomes elàstiques, però aquestes no van servir per aconseguir el que ell es proposava: moure els cubs independentment l'un de l'altre sense caure. Així doncs, havia de canviar el mecanisme. El resultat final va ser mantenir els petits cubs entre ells aprofitant la forma cúbica del puzzle. Un cop marcada cada cara gran del cub amb diferents papers adhesius de colors, es va disposar a barrejar-lo. Però un cop el tenia desordenat, va pensar que a l'haver fet moviments aleatoris, no aconseguiria retornar-lo a la posició original mai més. Ara bé, després de descobrir algunes seqüències de moviments que permetien reordenar només un cub petit cada vegada, va tenir el cub solucionat en menys d'un mes.

Un cop ja el sabia resoldre, el va ensenyar als seus alumnes i companys. Aquests van quedar meravellats i fascinats. Veient aquest èxit, va decidir iniciar una producció massiva d'aquest cub, el qual va batejar originalment com el Cub Màgic. Els primers productes d'aquest invent van sortir a la venda l'any 1977 a les botigues de joguines de Budapest. Ràpidament es va anar fent cada cop més popular, i es va pactar un acord amb Ideal Toy Company<sup>1</sup> perquè el comercialitzés fora d'Hongria. En poc temps el trencaclosques va fer el seu debut internacional en fires de jocs de Londres, París, Nuremberg i Nova York. L'empresa volia un nom específic i conegut internacionalment degut a la gran importància del Cub arreu del món. Inicialment van acordar "El nudo gordiano"<sup>2</sup>, però finalment es van decidir per Cub de Rubik, en honor al seu creador.



**Il·lustració 2: Envàs on venia el cub de Rubik l'any 1980 quan va ser anomenat joc de l'any**

---

<sup>1</sup> **Ideal Toy Company:** és una companyia de joguines que pertany a Mattel des de 1997.

<sup>2</sup> **Nudo gordiano:** es refereix a una dificultat que no es pot resoldre, un obstacle difícil de salvar o de difícil solució o desenllaç.

### 3. LA MATEMÀTICA QUE AMAGA EL CUB

#### 3.1. PERMUTACIONS

L'objectiu d'El Cub de Rubik és tant simple que qualsevol persona ho pot intentar. Ara bé, quan portes un temps amb ell, te n'adones que té una gran complexitat amagada. Es pot entendre calculant el nombre de combinacions possibles que pot tenir, és a dir, la quantitat de maneres diferents en què podem col·locar les seves peces. Cada situació possible s'anomena permutació.

La manera de treure el nombre exacte s'elabora a partir d'aquesta fórmula:

$$\frac{8! \cdot 3^7 \cdot 12! \cdot 2^{11}}{2}$$

Per arribar-hi:

- **Vèrtexs:** El cub té un total de 8 vèrtexs que es poden combinar de qualsevol manera. Per tant, si es desmuntés el cub i s'hagués de tornar a muntar, el primer vèrtex es podria col·locar en 8 llocs diferents, el segon en 7, el tercer només en 6 i així successivament, fins a posar al seu lloc els vuit. La qual cosa dona lloc a  $8!$ <sup>3</sup> possibilitats. A més, té un total de 3 maneres diferents d'orientar-se, per tant,  $3^8$  permutacions.

$$8! \cdot 3^8$$

- **Arestes:** El cub té un total de 12 arestes que es poden combinar de qualsevol manera. Per tant, si es desmuntés el cub i s'hagués de tornar a muntar, la primera aresta es podria col·locar en 12 llocs diferents, la segona en 11, la tercera només en 10 i així successivament, fins a posar al seu lloc les dotze. La qual cosa dona lloc a  $12!$  possibilitats. A més, té un total de 2 maneres diferents d'orientar-se, per tant,  $2^{12}$  permutacions.

$$12! \cdot 2^{12}$$

- Llavors queda de la manera següent.

$$8! \cdot 3^8 \cdot 12! \cdot 2^{12}$$

---

<sup>3</sup> !: El factorial (!) d'un nombre natural n és el producte de tots els nombres naturals menors i iguals a n.

- Però això no és del tot cert, ja que hi ha certes limitacions degut a la paritat<sup>4</sup>. **En primer lloc**, la permutació total de vèrtexs i arestes ha de ser par, cosa que elimina la meitat de possibilitats.

$$\frac{8! \cdot 3^8 \cdot 12! \cdot 2^{12}}{2}$$

Perquè quedi més clar, que tot el cub estigui resolt menys dues arestes, tal i com es pot observar a la imatge, no és possible.



- **En segon lloc**, s'ha de tenir en compte l'orientació dels vèrtexs, ja que de les tres possibilitats que té cada peça, només una d'elles és capaç de configurar un cub resolt, pel fet que l'orientació de cada vèrtex està definida per les altres set. De manera que hem de descomptar tres d'aquestes possibilitats.

$$\frac{8! \cdot 3^8 \cdot 12! \cdot 2^{12}}{2 \cdot 3}$$

Perquè quedi més clar, que tot el cub estigui resolt menys un vèrtex mal orientat, tal i com es pot observar a la imatge, no és possible.



- **Finalment**, tal i com passa anteriorment, s'ha de tenir en compte l'orientació de les arestes, ja que de les dues possibilitats que té cada peça, només una d'elles és capaç de configurar un cub resolt, pel fet que l'orientació de cada aresta està definida per les altres onze. De manera que hem de descomptar dues d'aquestes possibilitats.

$$\frac{8! \cdot 3^8 \cdot 12! \cdot 2^{12}}{2 \cdot 3 \cdot 2} = \frac{8! \cdot 3^8 \cdot 12! \cdot 2^{12}}{12}$$

<sup>4</sup> **Paritat**: es refereix a si el nombre dels possibles moviments és parell o imparell. És impossible, per exemple, trobar-nos només una peça mal col·locada i totes les altres bé.



Perquè quedi més clar, que tot el cub estigui resolt menys una aresta mal orientada, tal i com es pot observar a la imatge, no és possible.



- De manera que si ho deixem més simplificat queda.

$$\frac{8! \cdot 3^7 \cdot 12! \cdot 2^{11}}{2}$$

Per fer-se una idea de la seva immensitat són 43.252.003.274.489.856.000 permutacions, és a dir,  $4,32 \cdot 10^{19}$  aproximadament, més de 43 trilions.

### 1.1. Més números

- **Comparació amb els segons que té l'Univers**

Fa aproximadament 13,7 milers de milions d'anys que va esclatar el Big Bang, per tant,  $1,37 \cdot 10^{10}$  anys.

$$1,37 \cdot 10^{10} \text{ anys} \cdot 365 \text{ dies} \cdot 24 \text{ hores} \cdot 60 \text{ minuts} \cdot 60 \text{ segons} = 4,32 \cdot 10^{17} \text{ segons}$$

$4,32 \cdot 10^{19} > 4,32 \cdot 10^{17}$  : com podem observar, el cub 3x3x3 té 100 vegades més combinacions que segons té l'Univers. És a dir, si una persona s'hagués posat a realitzar totes les combinacions possibles des de l'inici de l'Univers, encara ara no hauria acabat, suposant que fes una combinació per segon.

- **Comparació amb la distància Terra-Columba**

Si per cada permutació existent poséssim un cub al costat de l'altre en línia recta, s'estima que s'arribaria a cobrir la distància que separa la Terra de la constel·lació Columba, és a dir, uns 260,3 anys llum.

Ja que:

1. Un cub fa uns 5,7 cm, que són  $5,7 \cdot 10^{-5}$  km.
2. Hi ha  $4,32 \cdot 10^{19}$  combinacions, i cada combinació és representada per un cub de  $5,7 \cdot 10^{-5}$  km, per tant,  $2,46 \cdot 10^{15}$  km.

Un any llum són  $9,46 \cdot 10^{12}$  km, per tant,  $2,46 \cdot 10^{15}$  km són aproximadament 260,3 anys llum.

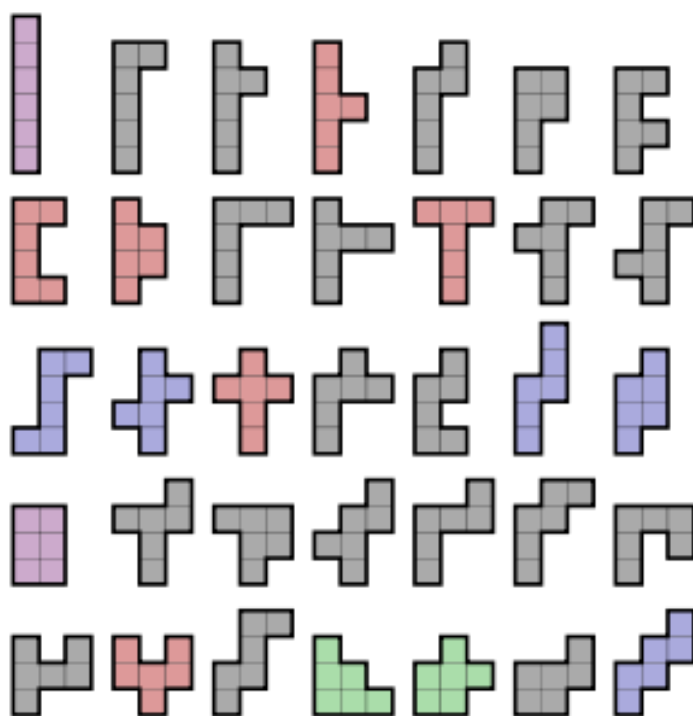
## 4. DESPLEGAMENTS EN EL PLA

Com ja s'ha vist, el cub està format per sis quadrats idèntics que, conjuntament, formen les sis cares del cub, les quals poden tenir diferents desplegaments en el pla.

### 4.1. CONCEPTES PREVIS

- Un **poliòmino** és un objecte geomètric que s'obté a partir d'unir diversos quadrats o cel·les de la mateixa mida, de manera que cada parell de cel·les veïnes comparteixen un costat. Els poliòminos són una generalització de la forma d'un dòmino, consistent en dos quadrats units per un costat.
- L'**hexòmino** és un poliòmino d'ordre 6, és a dir, un polígon en el pla fet a partir de sis quadrats de la mateixa mida. Si les rotacions i reflexions no són considerades com a formes diferents, hi ha 35 hexòminos lliures diferents. Si es consideren diferents reflexions, hi ha 60 hexòminos d'un sol costat. Si les rotacions també es consideren diferents, hi ha 216 hexòminos fixos.

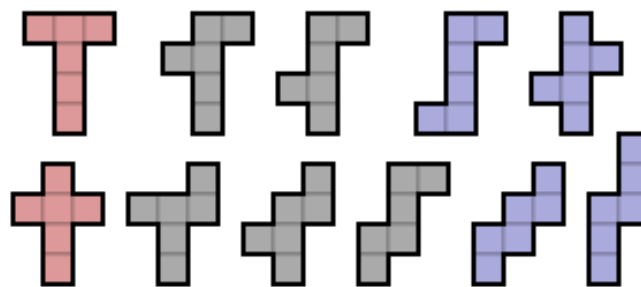
Per tant, el desplegament d'un cub és un hexòmino. A continuació es mostren els 35 possibles hexòminos lliures, representats per diferents colors segons la seva simetria:



- 20 hexòminos (de color gris) no tenen cap tipus de simetria.
- 6 hexòminos (de color vermell) tenen un eix de simetria especular paral·lela a les línies de divisió.
- 2 hexòminos (de color verd) tenen un eix de simetria de mirall de 45° a les línies de divisió.
- 5 hexòminos (de color porpra) tenen simetria puntual, també coneguda com la simetria rotacional d'ordre 2.
- 2 hexòminos (de color rosa) tenen dos eixos de simetria de mirall, ambdues paral·leles a les línies de divisió (per tant, segons els eixos horitzontal i vertical).

## 4.2. POSSIBLES DESPLEGAMENTS D'UN CUB

Ara bé, no tots els anteriors desenvolupaments són capaços de formar un cub, tot i estar formats per sis quadrats. De tots els que hem vist anteriorment, només els 11 següents corresponen a desenvolupaments d'un cub en el pla, ja que tenen la possibilitat de tancar-se i formar-ne un.



## 4.3. PROPIETATS DELS DESPLEGAMENTS

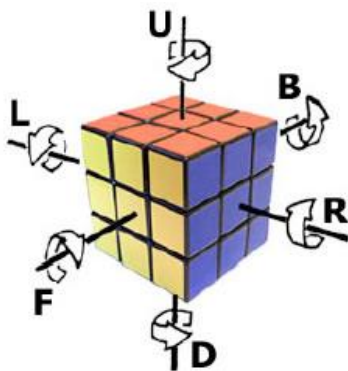
A més a més, els 11 desenvolupaments comparteixen algunes característiques:

- Tenen un perímetre de 14 unitats.
- El nombre de talls que cal fer a un cub per obtenir el desenvolupament pla són 7.

## 5. INTRODUCCIÓ AL CUB

### 5.1. NOTACIÓ

La notació, també utilitzada en el camp de les ciències com la física o les matemàtiques, és útil per a la comunicació a nivell internacional, ja que es refereix a elements en concret sense haver de donar una descripció molt llarga. És molt més fàcil, entenedor i ràpid dir una lletra com la R que no pas dir: gira la cara dreta 90° en sentit horari. Per això a continuació, abans d'explicar com resoldre'l, és necessari saber quines són les lletres utilitzades:



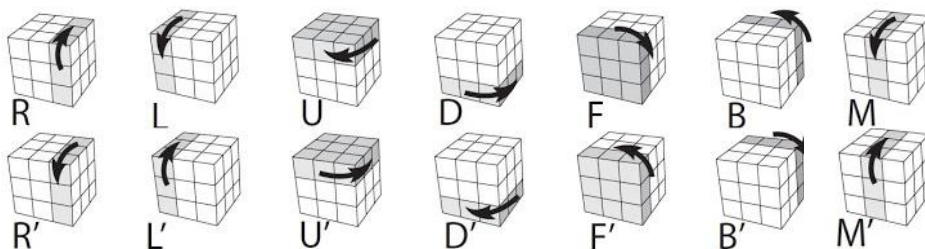
A cada cara se li assigna una lletra, procedent de la inicial que marca la cara en anglès. És important tenir clar que depenent de com agafis el cub el nom de la cara canvia, per exemple, en aquest cub la cara blava es la R, però si girem el cub ho deixarà de ser, i així amb totes.

Si volem fer girs horaris, és a dir, que la cara que volem moure giri cap a la dreta, s'utilitza la lletra sola. En canvi, quan volem fer un gir antihorari, s'indica posant una ['] a la lletra.

A més, si volem indicar que fem un gir de mitja volta, és a dir de 180°, ho fem posant un [2] darrere la lletra.

Com ja s'ha dit, les inicials provenen de la posició de la cara en anglès:

- R: Right (dreta, blau)
- L: Left (esquerra, verd)
- U: Up (sobre, taronja)
- D: Down (sota, vermell)
- F: Front (davant, groc)
- B: Back (darrere, blanc)
- M: Middle (mig)



## 5.2. VOCABULARI

A continuació es mostra un llistat de paraules específiques en el món del cub de Rubik i trencaclosques similars, el qual serà d'utilitat, ja que alguns termes poden anar apareixent al llarg del treball.

- WCA: sigla de "World Cube Association". És l'associació mundial del cub, la qual organitza les competicions de tot el món. En l'apartat d'associacions se'n parla específicament.
- Speedcuber: persona que intenta resoldre el cub de Rubik en el mínim temps possible.
- Scramble: conjunt de moviments escrits amb la finalitat de deixar el cub de Rubik barrejat en una posició aleatòria.
- Stackmat: nom que rep l'eina que s'utilitza en els campionats per cronometrar el temps.
- Average: mitjana dels temps, excloent el millor i el pitjor. En campionat, sempre de 5 intents.
- POP: acció desafortunada que provoca que el cub es desmunti, total o parcialment, mentre s'està resolent. Habitualment es una aresta la que, literalment, salta del cub; no obstant, pot succeir que més peces es trobin involucrades.
- PB: sigla de "Personal Best", és a dir, millor marca personal.
- CR: sigla de "Continental Record"; l'equivalent a Rècord Continental.
- NR: sigla de "National Record", l'equivalent a Rècord Nacional.
- WR: sigla de "World Record", l'equivalent a record del món.

- UNW: abreviatura de la paraula anglesa Unofficial World Record, és a dir, rècord no oficial.
- DNF: sigla de “Do Not Finish”. Es produeix quan un competidor comet un error durant la resolució, que porta a la decisió de que l'intent és nul.
- DNS: sigla de “Did Not Start”. Es produeix quan un competidor decideix no realitzar l'intent corresponent de resolució a alguna ronda. En altres paraules, el competidor es retira abans de començar l'intent.
- BLD: abreviatura de la paraula anglesa “Blindfolded”, que fa referència a resoldre el cub a cegues.
- OH: sigla de les paraules angleses “One Hand”, que fa referència a resoldre el cub amb una sola mà.
- With feet: de l'anglès, vol dir amb els peus.
- Algoritme: aquest terme, també anomenat algorithme, és aplicable en les matemàtiques i altres disciplines relacionades. És un conjunt prescrit d'instruccions o regles ben definides, ordenades i finites que permet dur a terme una activitat mitjançant passos successius.
- Lockahead: la traducció en català seria “mirar cap al futur”. És a dir, consisteix en prendre la millor decisió, la més eficient, a l'hora de realitzar un algoritme, de manera que es tingui en compte quin serà el seu resultat, per tenir en ment els moviments que s'hauran de fer a continuació.
- Finger tricks: entès com a “trucs de dits”. És una paraula usada per fer referència a la facilitat, comoditat i velocitat per encadenar moviments en una seqüència o algoritme.
- F2L: sigla de “first two layers” en anglès, és a dir, dues primeres capes.
- LBL: sigla de “Layer By Layer”; Capa per capa, o Mètode per a principiants.

## 6. VARIANTS

A partir del cub original 3x3x3, per si la cosa ja no estava prou complicada, se n'han fet moltes modificacions. Aquestes últimes deu dècades han sigut molt importants per la història del Cub de Rubik, ja que s'han dissenyat infinitat de models, marques, formes...Els següents cubs en són algunes de les més conegudes:

- **Rubik's Mini Cube (2x2)**

El cub 2x2x2, també conegut com *Cub de butxaca* o *Mini cub*, és un trencaclosques de combinació en forma de cub, format per només vuit peces, les quals són totes vèrtexs. Per això el color de cada cara no està determinat, ja que no hi ha cap peça fixa.

Tot i que aparentment pot semblar que la seva resolució sigui més senzilla que la del 3x3x3, mecànicament és molt més complex pel fet de no tenir ni centres ni arestes.



Per aquest cub existeixen 3.674.160 configuracions possibles.

- **Rubik's Revenge (4x4)**

La versió 4x4x4, també anomenada *La Venjança de Rubik*, va ser inventada per Sebestény l'any 1981. Tal i com passa en el 2x2x2, aquest cub tampoc té cada cara d'un color determinat, però es poden formar ajuntant les quatre peces centrals del mateix color en cada cara. Per tant, tenim vint-i-quatre centres, vint-i-quatre arestes i vuit vèrtexs.



En aquest cub, el nombre de combinacions possibles és d'aproximadament  $7,4 \cdot 10^{45}$ .

- **Rubik's Mirror**

El Mirror és mecànicament igual que el 3x3x3, però els vint-i-sis cubs que el conformen, enlloc de diferenciar-se pel color, es diferencien per forma i mida. De manera que només es troba en forma cúbica quan està resolt.

El cub té, per tant, les mateixes posicions que el cub convencional,  $4,33 \cdot 10^{19}$ .

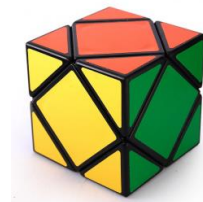


Generalment el disseny és en color platejat i daurat.

- **Skewb Cube**

El Skewb és un trencaclosques mecànic de tipus Cub de Rubik. El seu nom prové de la paraula anglesa *skew* (oblic) y *cube* (cub). Va ser inventat per l'anglès Tony Durham i comercialitzat per Uwe Meffert, en un principi amb el nom de *Pyraminx Cube*.

Mentre que el 3x3x3 està tallat per sis plans paral·lels a les cares, el Skewb n'està només per quatre plans, perpendiculars a les diagonals, cada un dels quals divideix el cub en dos parts iguals. Està format per dos tipus de peces: sis centres, els quals són fixes, i vuit vèrtexs, els quals poden girar sobre si mateixos.



Per aquest cub existeixen 3.149.280 posicions possibles.

- **Pyraminx**

El Pyraminx fou inventat per Uwe Meffert l'any 1970. És un trencaclosques mecànic en forma de tetraedre regular, dividit en quatre parts axials. Ara bé, els vèrtexs no juguen cap paper ja que no influeixen en el mecanisme.

Per aquesta piràmide existeixen 933.120 posicions diferents.

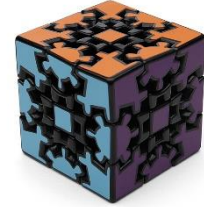




- **Gear Cube**

El Gear Cube va ser inventat per Oskar Van Deventer l'any 2009. Té engranatges en tot el seu mecanisme, cosa que fa que els vèrtexs girin fora de la seva posició quadrada normal. Això fa que les cares només puguin girar amb un angle de 180°.

El nombre de posicions possibles d'aquest cub és de 41.472.



- **Megaminx**

El Megaminx és un trencaclosques mecànic en forma de dodecaedre regular. Està format per dotze centres, vint vèrtexs i trenta arestes. Com al cub 3x3x3, els centres indiquen el color de cada cara.

El nombre total de combinacions possibles és d'aproximadament  $1.01 \cdot 10^{68}$ .



## 7. COMPETICIONS OFICIALS

Des que Ernő Rubik va dissenyar el seu cub ara fa uns 42 anys, un ampli interès internacional amb el cub començà l'any 1980, convertint-se en una moda mundial. D'aquesta manera, pensat per aquells qui a banda de saber resoldre el puzle estaven interessats en anar més enllà i fer-ho en el menor temps possible, el 5 de juny de 1982 es va celebrar el primer campionat mundial a Budapest, la ciutat natal del seu creador. En aquest només es competia amb el Cub de Rubik 3x3x3 i va guanyar Minh Thai, amb un temps de 22.95 segons. En aquells temps, vencia el que el feia amb el millor temps, però a partir del 2003 es va acordar que el guanyador era aquell que aconseguia la millor marca fent la mitjana d'una sèrie de 5 intents, realitzada traient el millor i pitjor temps i calculant-ne la mitjana aritmètica dels temps restants. També es va decidir, l'any següent, utilitzar obligatòriament marcadors de temps especials, anomenats Stackmat timer.



Il·lustració 3: Stackmat timer

### 7.1. REGLAMENT DE LA WCA<sup>5</sup>

- **Membres oficials:** una competició ha de tenir un equip d'organització, un delegat de la WCA, jutges, barrejadors i un anotador de resultats.
- **Participants:** qualsevol persona que sàpiga resoldre un cub pot participar-hi, sempre i quan accepti el reglament de la WCA. Cada participant ha de portar el seu propi cub.
- **Barreja:** els puzles s'han de barrejar mitjançant un programa d'ordinador que genera aleatòriament una seqüència.
- **Campionats:** perquè un campionat sigui oficial és necessari que la WCA l'aprovi i s'hi apliqui el seu reglament.
- **Inspecció:** abans de començar la resolució el participant pot observar el puzle.

---

<sup>5</sup> **Reglament de la WCA:** és molt més extens, en aquest treball només hi ha escrites les més importants.

## 7.2. CUBISTES, MODALITATS I RÈCORDS

Els cubistes són aquelles persones que assisteixen a competicions per tal de batre rècords, superar anteriors marques i perfeccionar la tècnica. L'activitat que aquests realitzen s'anomena "Speedcubing" o "Speedsolving", que consisteix, com ja hem dit, en resoldre un Cub de Rubik de la manera més ràpida possible.

Ja hem vist en l'apartat anterior que existeixen molts més cubs a part del 3x3x3, amb els quals també et pots presentar a competicions, ja que hi ha diverses modalitats. En la següent taula he recollit els rècords actuals (comptant la marca simple i no el promig) que s'han batut en diferents campionats:

<b>Modalitat</b>	<b>Rècord</b>	<b>Cubista</b>	<b>Competició</b>
3x3x3	4.74 segons	Mats Valk	Jawa Timur Open 2016
3x3x3: blindfolded	18.50 segons	Kaijun Lin	Shanghai Winter is Coming 2016
3x3x3: one-handed	6.88 segons	Feliks Zemdegs	Canberra Autumn 2015
3x3x3: with feet	20.57 segons	Jakub Kipa	Radomsko Cube Theory 2015
3x3x3 Multiple Blindfolded	41 cubs en 54.14 minuts	Marcin Kowalczyk	SLS Swierklany 2013
2x2x2	0.49 segons	Maciej Czapiewski	Grudziądz Open 2016
4x4x4	21.54 segons	Feliks Zemdegs	China Championship 2015
5x5x5	41.27 segons	Feliks Zemdegs	Melbourne Cube Days 2016
6x6x6	1:32.77 minuts	Kevin Hays	Asian Championship 2016
7x7x7	2:20.66 minuts	Feliks Zemdegs	Euro 2016

## **8. EL CUB DE RUBIK EN LA NOSTRA SOCIETAT**

### **8.1. EN L'ART**

Tal i com va dir Ernő Rubik referint-se al seu cub: "A la gent li agrada la seva bellesa, simplicitat i forma. No acaba de ser ben bé un puzzle o un joc. És una peça d'art." I és que Rubik té raó, la seva creació és digna d'admirar, i si ajuntes milers i milers d'aquests trencaclosques, pots aconseguir una cosa encara més meravellosa.

D'això tracta el Cubisme de Rubik. És una corrent artística nascuda el segle XXI que consisteix en crear art a partir de molts cubs de Rubik. No se sap ben bé d'on prové, però es creu que és originari d'un artista francès anomenat "Invader".

#### **8.1.1. ORÍGENS**

De cara i identitat desconeguda, "Invader" és un dels artistes de carrer més reconeguts i polèmics del panorama artístic actual. El seu principal projecte és "envair" les ciutats de tot el món amb les seves obres, expressant-se a través de personatges inspirats en els antics videojocs d'"Arcade". Per això, l'autor manté una aconseguida aparença pixelada en totes les seves obres.

Tot i que prefereix romandre en l'anonimat, i guarda la seva identitat amb cura, les seves creacions distintives es poden veure en molts llocs de gran visibilitat en més de 65 ciutats en 33 països. Es documenta cada intervenció en una ciutat com una "invasió", i ha publicat llibres i mapes de la ubicació de cada un dels seus mosaics de carrer.

El que es pot apreciar en els carrers és només part del que aquest interessant artista pot fer. Fa uns anys, l'any 2005 a Los Angeles, va començar a elaborar part de les seves obres amb cubs de Rubik, una innegable originalitat tècnica i exposició artística anomenada Cubisme de Rubik o "RubikCubism".

Invasor pren una imatge de la cultura popular, utilitza un programa informàtic per calcular la disposició precisa dels sis colors per a cada imatge. A continuació, manipula 9 píxels per a cada cub de Rubik per donar el patró requerit. Tarda uns deu segons per cub, després construeix una imatge completa mitjançant l'apilament d'ells, i a continuació els enganxa a un tauler de suport.

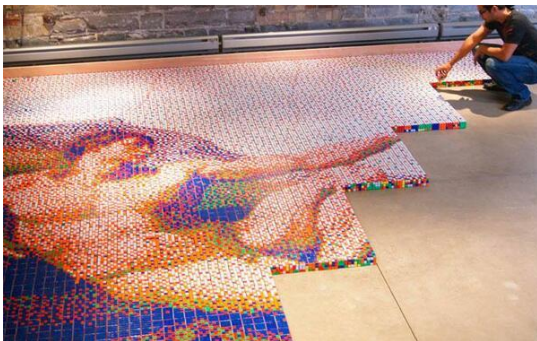
## 8.1.2. EMPRESSES

Cube Works Studio és una de les empreses mundialment famoses en el món de l'art i dels cubs de Rubik per les seves impressionants i avantguardistes obres d'art. Gran part del seu èxit es deu a la seva estreta col·laboració amb talents i personalitats especialitzades en la creació d'obres d'art amb cubs. El seu treball es basa principalment en la realització de creacions originals, inspirant-se i fent referència a famoses obres enquadrades en el Pop-Art, així com treballs enfocats en algunes de les icones culturals més identificables de les últimes dècades.

*“Els nostres treballs estan destinats a inspirar, unir i invocar un sentit de nostàlgia per l'ús d'objectes comuns i concrets i els mètodes per crear impressionants obres d'art i d'entreteniment que es poden apreciar i gaudir per tots”,* declara Josh Chalom, director creatiu de Cube Works i prestigiós artista.



**Il·lustració 4:** 4.242 Cubs de Rubik representen a Martin Luther King



**Il·lustració 5:** 12.090 Cubs de Rubik representen a Michelangelo

## 8.2. EN LA TECNOLOGIA

### 8.2.1.MÀQUINA

És impressionant com algunes persones són capaces de solucionar el cub màgic en menys de 10 segons, tenint en compte que el propi creador d'aquest va estar aproximadament un mes per resoldre'l la primera vegada. Però un robot ha demostrat la superioritat de les màquines al resoldre el Cub de Rubik en menys d' 1,2 segons.



**Il·lustració 6: Màquina que resol el Cub de Rubik**

Els creadors d'aquesta magnífica màquina són els enginyers Paul Rose i Jay Fatland, de Kansas, EEUU.

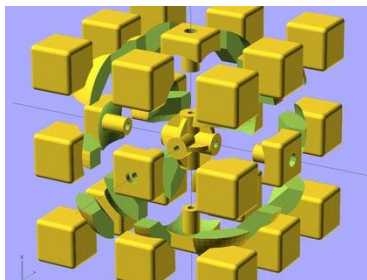
Aquest sistema robòtic inclou diverses càmeres, encarregades d'escanejar el cub, per tal d'entregar la informació a un ordinador que fa funcionar un programa per resoldre el Cub de Rubik. Un cop ja es té la seqüència de moviments que s'han de realitzar, els sis braços motoritzats col·locats dins d'una estructura creada amb una impressora 3D fan girar els costats del cub.

### 8.2.2.APLICACIONS

El fenomen del cub de Rubik no es queda únicament en l'àmbit clàssic de resoldre un cub físic amb les mans, sinó que també hi ha multitud d'aplicacions informàtiques que ens permeten resoldre'l virtualment, per exemple.

- “CuBr” és un interessant projecte ideat i desenvolupat per l'estudiant Chris Barker, que va néixer com a projecte de final de curs en una assignatura de la seva carrera universitària. El concepte del projecte és bastant "simple": es pren una fotografia de cada costat del cub de Rubik (no cal dir que amb els seus colors desordenats) amb una càmera web i es captura la disposició dels colors. A continuació i de forma automàtica, el programa et diu els passos indicats per resoldre-ho.

- Una de les últimes novetats en aquest camp és l'aplicació web "iamthecu.be", un interessant projecte que ens permet resoldre el Cub de Rubik de forma força satisfactòria. A diferència d'altres aplicacions, aquesta permet resoldre el cub usant el ratolí i el teclat del nostre ordinador per moure cadascuna de les cares del cub de forma fàcil i intuïtiva. A més compta amb una manera de demostració que ajuda a conèixer les bases conceptuals del cub, que sens dubte és molt recomanable per als usuaris que no tenen massa experiència prèvia o que no saben com resoldre'l de forma senzilla. Sens dubte, es tracta d'un bon mètode d'ensenyament.
- La modalitat d'impressió 3D és un fenomen que cada dia té més adeptes, gràcies al seu preu, versatilitat i senzillesa. Òbviament en el món de Rubik no podia ser menys. Existeix una web on es pot descarregar de forma gratuïta i lliure alguns models 3D per poder imprimir-los en una impressora d'aquestes característiques. El seu nom és "Thingiverse". Es tracta d'una comunitat orientada al disseny gràfic i tècnic, la missió del qual és elaborar i compartir objectes imprimibles en 3D. Es tracta d'una de les comunitats de la impressió 3D més gran del món, on hi ha usuaris de tota mena, sense importar els seus coneixements tècnics o experiència prèvia. Si escrivim en el seu cercador "Rubik's Cube" ens apareixen una gran varietat de models 3D de cubs de tota classe, des del clàssic 3x3x3 fins curiosos cuboides d'elaboració completament original.



**II-lustració 7: Model d'un cub 3D descompost en les seves diverses parts.**

### 8.3. EN SÈRIES I PEL·LÍCULES

El cub màgic ha anat guanyant popularitat amb el pas dels anys, passant a formar part de la cultura actual. Per tant, com a objecte popular que és, el cub de Rubik ha aparegut en sèries i pel·lícules des dels anys 80 fins avui, ja sigui com a element principal o un element més de l'escenografia.

A continuació es mostra un llistat d'algunes pel·lícules on es pot observar, segons el motiu de la seva aparició:

- **Pel·lícula dels anys 80**
  - ***Algo pasa con Mary***

El cub ve presentat de la mà de Warren Jensen, qui pateix un tipus d'autisme. A la primera escena veiem el cub en una samarreta, un gest de complicitat amb una de les joguines més famosos de la història, el cub d'Ernö Rubik.

A la segona escena el cub es presenta com a tal i, com no, amb la marca del primer cub registrat: Rubik's. Malgrat que el cub en la pel·lícula no té un paper fonamental en l'escena presentada, apareix successivament.

- ***Donnie Darko***

L'escena en la qual apareix el cub és breu. Donnie es tomba al seu llit i agafa de la tauleta el cub; l'escassa lluminositat de l'escena no fa perceptible els colors, però si ens hi fixem bé veiem que, en lloc d'adhesius d'un sol color, semblen imatges. El cub no pren gran rellevància en la pel·lícula però aquesta està ambientada el 1988, de manera que el cub, pel seu gran èxit, havia d'aparèixer.

- ***En busca de la felicidad***

Un dia, després de sopar, Chris, el protagonista veu a la cuina una estranya joguina, i li pregunta a la seva dona què és el que cal fer amb ella. Avui dia tothom sap de què va, però al 1981, acabat de treure el cub de Rubik al mercat, pocs sabien què es feia amb ell, i molt menys resoldre'l. Chris aconsegueix resoldre parcialment el cub pel seu compte.

Un dia, mentre treballava, es topa amb un directiu d'una empresa de corredors de borsa, l'acompanya al taxi, i al veure que aquest té un cub de Rubik, s'atreveix a dir-li: "Jo sé resoldre'l". Chris aconsegueix fer-lo a contrarellotge davant la incredulitat de l'empresari, que li dóna una nova oportunitat laboral.



- **Senyal d'intel·ligència**

- ***Armageddon***

El "pirotècnic" director Michael Bay dirigeix aquesta coneguda pel·lícula d'aventures i acció en l'espai, on el cub de Rubik apareix en el moment en què la NASA realitza proves físiques i psicotècniques als peculiars protagonistes.

En una d'aquestes proves els fan resoldre el cub, i algun d'ells, com el resol sense problemes, dient a més que "està xupat". Però pel que podem veure en altres escenes, el cub apareix sense resoldre, per la qual cosa deduïm que els altres no hauran estat capaços de resoldre'l amb èxit.

- ***Detective k***

En una de les escenes en què el detectiu medita si ajudar o no, és on apareix el cub. En aquesta ocasió i vist que ens trobem al 1795, veiem que l'estructura és de fusta i que on hauria d'anar un adhesiu el que tenim és un símbol, encara que sí distingim diferents tonalitats en la fusta.

Com en la majoria de pel·lícules, quan no és decoratiu, el cub apareix de la mà de personatges intel·ligents, i és aquest el cas.

- ***Hellboy***

El cub es veu per primera vegada en una escena on el protagonista, un nadó dimoni, als trenta anys i amb la seva intel·ligència, només ha aconseguit resoldre dues cares, que a més no estan alineades amb els seus centres corresponents. L'escena és curta, però ens dona el temps suficient per trobar dos errors.

La primera pífia la trobem en la disposició dels centres. Clarament les cares que té formades són la cara blava i la verda, però no estan oposades sinó que estan contigües. Però encara es pot veure un error més gran, i és que es presenten dos centres del mateix color. El vermell i el que hauria de ser taronja, que torna a ser vermell.

- ***Plan de escape***

El cub no pot faltar en una pel·lícula en la qual el protagonista és molt intel·ligent. En una escena apareix Abigail, interpretada per Amy Ryan, una component de l'equip de Breslin i el mateix Ray. En aquesta ocasió, a més, no només apareix el cub, apareixen també altres trencaclosques de fusta i un 360° de Rubik's. A jutjar pel disseny del cub i de la forma del seu logo, podem gairebé assegurar que el cub que s'ensenya a la pel·lícula també és de marca Rubik 's.

En altres ocasions el cub apareix com a element decoratiu, però, en aquesta pel·lícula, sembla que sí se li dóna bastant ús.

**Altres:** *Lucy, Interstellar, Granujas de medio pelo, Los Mercenarios 2 i Cazadores de mentes.*

- **Element protagonista**

- ***Hal***

Hal descobreix diversos cubs a la casa de Kurumi, tots desfets. Amb l'ajuda de la gent que va coneixent, i algun que resol ell mateix, descobreix petits missatges en cada cara dels cubs.

A diferència de la majoria de pel·lícules, el cub és en aquest cas protagonista en tot moment. Una altra dada curiosa és que no apareix el típic 3x3, sinó molts 5x5, com es pot observar en les imatges adjacents. El cub juga un paper tan principal que apareix fins i tot en la portada de l'anime japonès.

- ***Prometheus***

El cub de Rubik es cola en qualsevol part, i és en *Prometheus* on podem veure un cub del futur, un sol color platejat que amaga compartiments a cada "adhesiu".

En el transcurs del viatge s'observa el cub, de la mà d'en Charlie Holloway, un dels protagonistes. El cub no presenta el seu aspecte original, si bé conserva la seva forma, ha mutat per tenir un sol color metal·litzat i és utilitzat com a instrument tecnològic. Veiem com el cub en ser premut emet llum i símbols, a més d'obrir-se les peces. El cub, com totes les coses al llarg del temps, evoluciona.

- ***Colega, ¿Dónde está mi coche?***

Al contrari que en altres pel·lícules el personatge que porta amb sí el cub no és una persona que llueixi per la seva intel·ligència. Es pot veure una petita crítica cap al fet de pensar que tota persona que resol el cub ho fa per ser molt intel·ligent.

Durant una escena podem veure com un dels protagonistes, Chester, treu un cub de Rubik de la butxaca d'un xandall, des d'aquest moment sempre porta el cub amb ell. En les primeres escenes fa moviments repetitius sense arribar a cap banda, queixant-se de la seva dificultat. A mesura que avança la pel·lícula i van passant els dies podem veure el cub cada vegada més resolt. Finalment Chester és capaç de resoldre el cub i és en aquest punt on el cub adquireix més rellevància.

- **Snowden**

Una imatge recurrent en la pel·lícula, basada en fets reals, són els trencaclosques de tipus Rubik. Snowden, el protagonista, juga amb les joguines en diverses escenes i, en un moment crític de la pel·lícula, s'amaga una petita targeta SD a l'interior d'un cub de Rubik per tal d'amagar secrets d'un laboratori de la NSA a Hawaii. L'escena és una bona metàfora de la criptografia, que és una part important de la pel·lícula, i és encara objecte de treballs acadèmics d'estudiosos matemàtics.

Doncs resulta que el Cub de Rubik era una dramatització pels creadors de cinema, però el mateix Edward Snowden va donar a entendre que hi pot haver alguna cosa de veritat darrere de la representació.

- **Operación Koh-I-Noor**

Rajveer, un lladre, coneix a Harleen, una recepcionista de banc que viu una vida monòtona. La nit no acaba massa bé, després d'un tiroteig, Harleen atropella accidentalment a Rajveer i aquest acaba drogant-la. Després de diversos dies, Rajveer li confessa qui és realment i li ensenya el preuat diamant que té amagat al cub.

I és aquí on es veu de forma esplendorosa el cub i el diamant. Malgrat que surt al començament de la pel·lícula i després en una altra escena, és en aquesta on es manipula el cub, se li fan primers plans i cobra realment la màxima importància.

S'observa com pressionant la part superior del cub aquest s'obre amb moviments mecànics fins a deixar a la vista l'Koh-I-Noor. És poc probable aconseguir que un cub faci el que fa aquest Mirador i menys encara si és un cub funcional, però, ens agrada que se li doni importància, que es mostrin les varietats que existeixen i, sobretot, que apareguin en les pel·lícules com un element important.

- **Element de decoració:** *Tres bodas de más, Drive, Gravity, El Maquinista, Duplicity, Gru 2: Mi villano favorito, Thor, Tron, Sex tape, The amazing Spiderman, Wall· E, Pixels, Perdita Durango, Hitch.*

Com ja s'ha vist, el cub de Rubik apareix al cinema, però també s'ha fet un lloc a la televisió amb les següents sèries: *Black Lagoon, Arrow, Regular Show, Psycho-Pass, The Big Bang Theory, Friends, Las macabras aventuras de Billy i Mandy, House of cards, Los Simpson, Sherlock, Stranger things.*

- ***The amazing cube***

Rubik, l'increïble cub", és una sèrie animada de trenta minuts basada en el trencaclosques creat per Ernő Rubik, produït per Rubí-Spears Empreses i transmès durant els anys 1983 i 1984. El programa compta amb un cub màgic de Rubik. Aquest pot volar per l'aire i té altres poders especials. Ara bé, només pot estar actiu quan el cub es troba resolt, és a dir, cada cara d'un sol color.

Rubik cau en la diligència d'un mag maligne, que es converteix en el dolent principal de la sèrie. Però un dia es troba amb tres germans: en Carles, la Lisa, i Reynaldo, els quals seran ajudats pel cub, amb la intenció de frustrar els intents del mag per recuperar-lo. Fora del mag malvat, els episodis solen tractar-se amb adversaris més normals, com quan el fill gran entra en conflicte amb un altre nen.

- ***What happened to robot Jones***

L'animació explica la història de Jones, un robot que aparentment viu als anys vuitanta, cosa que podem intuir per l'escenari i els personatges. Ell és obligat pels seus pares a anar a una escola d'humans per poder adaptar-se i tenir una bona relació amb ells. Jones aconsegueix amics i enemics i passa per diverses experiències que acaben com lliçons de vida.

El cub apareix en un capítol, en el qual tots els estudiants de l'escola estan obsessionats en resoldre un cub de Rubik. Ara bé, Jones els sorprèn quan aquests descobreixen que és capaç de resoldre'l a l'instant.

A més a més, en aquest capítol també apareix en Rubik, de la sèria de "Rubik, The Amazing Cube".

## 8.4. A YOUTUBE

Com ja hem vist anteriorment, el Cub de Rubik és present en molts llocs. Ara bé, sens dubte a Internet, concretament a Youtube, és dels llocs on més se'n parla. Si ets d'aquells que encara no sap resoldre el cub, aquí és el lloc més fàcil per aprendre'n, ja que hi ha centenars de vídeos que ensenyen com fer-ho, des de la manera més senzilla fins al mètode més complicat.

- **TheMaoiSha**

TheMaoiSha és el sobrenom d'en Miguel, un youtuber espanyol molt reconegut i familiaritzat en aquest món dels cubs. La seva icona és un peix de peluix, el qual anomena "Cubo Pez". Va estudiar física, però ell diu que realment li hagués agradat estudiar medicina. Començà dues tesis doctorals, però va abandonar-les, de la mateixa manera que va fer amb l'aprenentatge del xinès mandarí. També li agrada programar. Actualment treballa en un hospital i està fent la residència en radio física hospitalària.

Abans d'entrar en aquest món, es pensava que era impossible la resolució del 3x3x3. Al 2010 va començar a col·leccionar cubs, fins arribar a l'actual col·lecció, que consta de 1.017 cubs, una xifra bastant impressionant, cosa que ens demostra que existeixen infinitats de cubs al mercat. De petit era molt tímid a l'hora de parlar amb la gent o en públic, i avui dia té gairebé 1 milió de subscriptors al seu canal, en el qual hi fa reviews<sup>6</sup> i unboxings<sup>7</sup> dels cubs més importants i sorprenents del mercat. També li apassiona la papiroflèxia i el Lego des de petit.



Il·lustració 8: El youtuber TheMaoiSha i part de la seva col·lecció

<sup>6</sup> **Review**: vídeo que consisteix en avaluar un producte i explicar les seves característiques.

<sup>7</sup> **Unboxing**: vídeo que consisteix en desempaquetar i ensenyar a càmera un producte

## 8.5. AL LLIBRE DE RÈCORDS GUINNESS

- L'home que va resoldre més cubs en el menor temps possible tot just va trigar 1 minut i 23 segons en solucionar cinc cubs de Rubik i amb una sola mà. És indi, té 22 anys i es diu Bhargav Narasimhan.
- Li Dongyi, amb només 9 anys, va aconseguir al gener del 2014 resoldre el Cub de Rubik en 11,84 segons, establint amb la seva marca un nou rècord mundial en la seva categoria en un torneig de l'Associació Mundial del joc a Shenyang.
- El mosaic més llarg fet amb cubs de Rubik va ser construït el desembre de 2012 per Josh Chalom. Aquest mesurava 68.78 m x 4.03 m, i els 85.626 cubs utilitzats representaven les famoses vistes de Macau<sup>8</sup>.
- El 4 de novembre de 2012, a Índia, es va complir el rècord del major nombre de persones resolent cubs de Rubik de forma simultània. Un total de 3.267 persones van participar en l'intent, però només 3.248 van completar el cub en el temps assignat.
- Anthony Brooks, l'1 d'agost de 2014, va assolir el rècord de resoldre el major nombre de cubs sota l'aigua en un sol alè. Va tardar 1 min i 18 segons per completar l'intent, resolent-ne cinc, i l'últim el va fer amb una sola mà.
- La majoria de cubs de Rubik resolts en una hora van ser 2.454, aconseguit per nou membres de l'equip d'Índia, el 23 de gener del 2016.
- El robot més ràpid per resoldre un cub de Rubik fou un construït per Albert Beer, el 23 de gener del 2016, amb un temps de 0,887 segons.
- El 14 de novembre de 2008, David Calvo, espanyol, va resoldre 185 cubs de Rubik en una hora, en el programa de televisió "Dónde estás corazón". Al 2009 va resoldre dos cubs de Rubik en un minut i 16 segons, mentre es trobava submergit amb els taurons de l'aquari "Aqua Natura Benidorm".

---

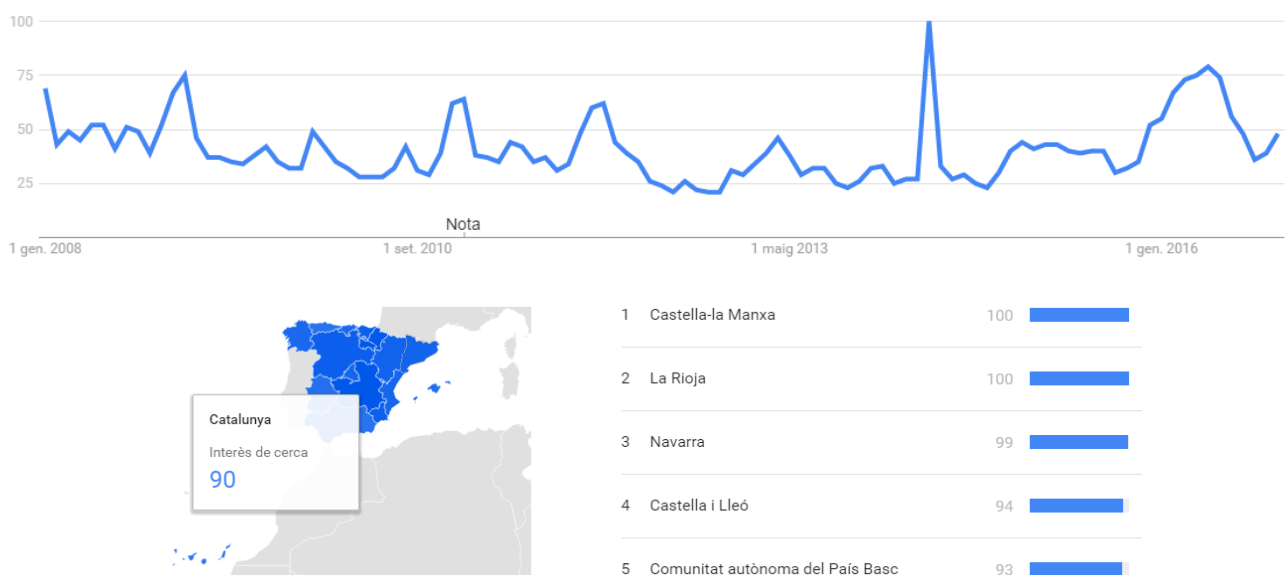
<sup>8</sup> **Macau:** és una ciutat del sud-est de la Xina, tocant a la mar de la Xina Meridional.

## 8.6. A GOOGLE

S'ha volgut comparar quin nivell d'interès ha tingut la cerca a Google del Cub de Rubik d'uns anys cap aquí. A continuació s'ha comparat amb l'evolució de l'interès a Youtube. Queda demostrat que actualment hi ha més interès pel cub a Google, ja que a Youtube s'ha anat reduint al llarg dels anys.

**Llegenda:** Els nombres de l'esquerra representen l'interès de cerca en relació al punt més alt del gràfic per a la regió i el temps indicats. Un valor de 100 representa la popularitat màxima del terme. Un valor de 50 indica que el terme ha tingut la meitat de popularitat que al valor 100. Per últim, una puntuació de 0 significa que el terme ha tingut menys de l'1% de popularitat respecte al lloc amb més popularitat.

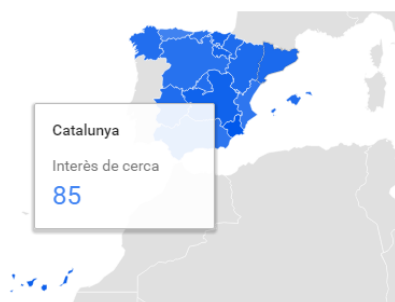
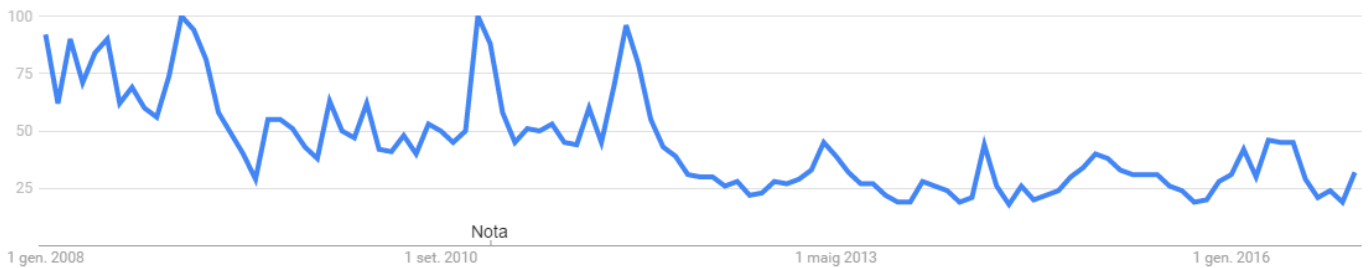
- Cerca de "Cub de Rubik" a la Web des de l'1 de gener de 2008 fins avui dia.



Es pot observar que el desembre del 2007, el gener del 2009, el maig del 2014 i l'abril del 2016 són els anys en què més popularitat ha tingut. Es podria dir que la seva tendència es troba entre el 25 i 75%.

A més, també s'aprecia que Castella-la-Manxa és la regió amb un nivell d'exploració més elevat. Catalunya es troba en la vuitena posició, amb un interès de cerca del 90%.

- Cerca de “Cub de Rubik” a Youtube des de l’1 de gener de 2008 fins avui dia.



1	Múrcia	100
2	Canàries	94
3	Castella-la Manxa	91
4	La Rioja	90
5	Comunitat autònoma del País Basc	88

Es pot observar que el nivell d’interès ha anat variant molt durant els anys i no s’ha mantingut gens estable. Des de l’any 2008 fins al 2012 hi ha hagut el major nombre de cerques, però d’ençà cap aquí ha anat disminuint el percentatge, trobant-se actualment en un 26%.

També es pot apreciar que Múrcia és la regió que mostra més interès envers el cub. Catalunya es troba en la sisena posició amb un 85%.

Es poden veure més dades i gràfics a la següent pàgina web:

<https://www.google.es/trends/explore?date=all&geo=ES&q=%2Fm%2F0h0b5>



## **9. ASSOCIACIONS**

### **9.1. CLUB DE RUBIK DE CATALUNYA**

L'Associació Club de Rubik de Catalunya és una associació amb l'objectiu d'informar i promoure el Cub de Rubik a Catalunya. Va ser creada el 10 de novembre del 2008 i encara es manté activa a dia d'avui. Té un local situat a Terrassa, però també organitza tallers i campionats no oficials a altres llocs.

També tenen una pàgina web i un compte de Facebook, on s'informa de tots els esdeveniments que realitzen, proposen llocs on pots comprar tot tipus de cubs, ja sigui per Internet o en una botiga física, i parlen sobre la història i curiositats del Cub de Rubik.

### **9.2. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DEL CUBO DE RUBIK**

Igual que el Club de Rubik de Catalunya, l'AECR també té el propòsit de promoure el Cub de Rubik, però a nivell de tot Espanya. Ara bé, aquests no organitzen tallers ni trobades per parlar sobre el cub, sinó que simplement informen sobre els campionats que es realitzen i elaboren un rànquing dels millors cubistes espanyols.

Aquesta associació també disposa d'una pàgina web, un compte a Twitter i a Facebook.

### **9.3. WORLD CUBE ASSOCIATION**

World Cube Association organitza competicions a nivell mundial, amb el suport d'aquelles organitzacions nacionals responsables d'organitzar les seves als seus països. L'objectiu d'aquesta associació és que es disputin més campionats en més països i ciutats, i que tots aquells qui saben resoldre cubs de Rubik tinguin l'oportunitat de batre rècords. L'esperit d'aquesta associació és que les persones d'arreu del món interessades en aquest passatemps s'ho passin bé en una agradable atmosfera, que s'ajudin i convisquin entre elles.

La WCA també compta amb una pàgina web, la qual informa sobre els campionats que es duen a terme en tots els continents, les regles que s'han de seguir en aquests i rànquings i rècords d'aquelles persones que hi estan implicades. A més a més, disposa d'un apartat on responen preguntes relacionades amb el tema.

## 10. MITES

- **És impossible.** Com s'ha pogut veure, és possible seguint una sèrie de passos, simplement és memoritzar, com quan t'aprens la lletra d'una cançó.
- **El Cub de Rubik és per gent intel·ligent.** Evidentment si es té més capacitat de memòria, anàlisi comprensió i concentració resultarà més fàcil i es podrà completar amb més èxit, però tothom és capaç de resoldre'l seguint els passos corresponents. S'ha fet un estudi en el qual es demostra que la intel·ligència i el fet de tenir estudis no influeix a l'hora de resoldre un cub de Rubik.

A la següent pàgina web es poden veure els resultats de les enquestes:

<http://www.iberorubik.com/2014/06/26/ser-inteligente-y-tener-estudios-influye-a-la-hora-de-resolver-el-cubo-de-rubik/>

- **S'ha de memoritzar molt.** Simplement són escassos moviments, bastant repetitius i lògics si s'utilitza el mètode per a principiants. Ara bé, si l'objectiu és resoldre'l en menys de 20 segons, és necessari aprendre altres mètodes més avançats que ja disposen d'un major nombre d'algoritmes.
- **Totes les peces es mouen.** Les peces centrals no és mouen. Ja s'ha vist en l'apartat de l'estructura del Cub que aquestes formen el nucli del Cub i estan totes enllaçades entre elles, per tant, no es mouen, només poden girar sobre si mateixes.
- **La millor marca de Cubs és la de Rubik.** Fals. D'uns anys cap aquí han sortit al mercat una quantitat de cubs immensa, de marques diferents. Sobretot a Xina és on més se'n fabriquen, i les seves estructures són molt millors, la qual cosa permet que el cub giri amb més fluïdesa.
- **Com més es barregi el cub més difícil serà la seva resolució.** Totalment incorrecte. La duració de la resolució del cub no depèn del nombre de vegades que és girat i desordenat, sinó de l'agilitat de la persona que el resol i el mètode que utilitza.

## 11. CURIOSITATS

- En alemany el cub de Rubik té una paraula específica per anomenar-lo: "Zauberwürfel".
- Els nens més petits en resoldre un cub de Rubik són dos germans asiàtics. Chan Hong Lik, de quatre anys, va batre el seu primer rècord al fer-lo en 39 segons. Anys després ha batut molts més rècords propis com fer-lo en deu segons, amb els ulls tancats o amb una sola mà. La seva germana Hong Yan Chan, dos anys menor que ell, va aconseguir resoldre'l als dos anys en 70 segons. Anys després també ha aconseguit superar-se.

- El cub de Rubik més petit del món completament funcional mesura aproximadament uns 5,7 mm i ha estat dissenyat pel rus Evgeniy Grigoriev.



- El cub de Rubik més gran i pesat es troba a Knoxville, Estats Units, i mesura tres metres d'alt i pesa aproximadament 500 kg. Ara bé, no és funcional.

- El cub de Rubik més car està fet de pedres precioses, entre les quals s'hi inclouen gemmes, maragdes, or i diamants. S'estima que el seu valor supera els 120 mil dòlars.



- El cub de Rubik ha sigut la joguina més venuda en tota la història. S'estima que se n'han venut més de 350 milions d'exemplars.
- Hi ha gent que troba el repte de resoldre'l massa fàcil i ho fa sota difícils condicions, com fer malabars, paracaigudisme, maratons..
- La col·lecció més gran és d'un rus. Està formada per 1538 cubs i s'ha aconseguit en només dos anys.



# MARC PRÀCTIC

## **12. INTRODUCCIÓ DEL CUB DE RUBIK A L'ENSENYAMENT**

### **12.1. TEORIES I BENEFICIS HIPOTÈTICS**

Una de les hipòtesis marcades en aquest treball és la següent: La pràctica del cub de Rubik millora els resultats acadèmics, per això s'hauria d'introduir a l'ensenyament. Si ens remuntem als inicis del cub i el perquè de la seva creació, aquest era un instrument escolar per ajudar els estudiants a entendre objectes tridimensionals.

De manera que vaig pensar que si la pràctica d'aquest aportava algun benefici, el seu ús implicaria una millora en el rendiment acadèmic de les escoles. La pràctica del cub de Rubik estimula el cervell i el desenvolupa, la qual cosa ens ajuda a mantenir-lo en bon estat. Encara que no porti beneficis directes, unes capacitats duen a unes altres, i s'obren les portes per altres habilitats i destreses que es poden arribar a desenvolupar.

Després de molt investigar, he conclòs que alguns dels beneficis que aporta són els següents:

- Millora la intel·ligència espacial o capacitat per processar informació en tres dimensions. Aquest coneixement ajuda a reproduir mentalment objectes que s'han observat anteriorment i reconèixer el mateix objecte en diferents circumstàncies.
- Potencia la intel·ligència lògica o capacitat de raonament lògic, així com la deducció i intuïció. També proporciona un alt raonament numèric, la capacitat de resolució, comprensió i plantejament de problemes aritmètics.
- Capacitat de concentració i atenció, ja que requereix un cert nivell de paciència. Això afavoreix l'eficàcia en l'aprenentatge, a més, és un medi d'estimulació auditiva i visual ideal per a la comprensió de temes escolars.
- Ajuda a la memòria visual i a la retenció d'informació, les quals permeten a l'organisme codificar, emmagatzemar i recuperar informació. El fet d'anar introduint cada cop més algorismes en els mètodes avançats fa treballar la memòria, cosa que pot ajudar a prevenir l'Alzheimer.

- Potencia l'habilitat matemàtica, la qual permet percebre la realitat apreciament mesures, direccions, relacions espacials.
- Si intentes resoldre'l el més ràpid possible, a part de la visió espacial, exercites l'agilitat mental i manual. És a dir, millora la psicomotricitat fina i la coordinació ull-ment-mà.
- Millora la velocitat de reacció, és a dir, la qualitat que té un moviment d'efectuar-se en un temps relativament curt.
- És divertit, entretingut i educatiu. Fins i tot, segons com sigui l'individu, ajuda a combatre l'estrès.
- Treballa la lateralitat. Aquesta és la preferència que mostren la majoria dels éssers humans d'una banda del seu propi cos o la capacitat de les persones d'ubicar-se en l'espai identificant i diferenciant el costat dret del costat esquerre.

## **12.2. FUNCIONAMENT**

Per comprovar si tots aquest beneficis hipotètics es podien desenvolupar amb la pràctica del cub de Rubik, vaig crear un test per posar a prova totes aquestes habilitats. Aquest tractava desplegaments de cubs, exercicis de memòria i paciència, i d'altres de raonament espacial i de seqüències.

La prova consistia en passar el test a vint persones, independentment de si sabien resoldre el cub o no, ara bé, ho vaig tenir en compte, així com les seves edats, sexe i la nota mitjana en l'assignatura de matemàtiques.

Després d'haver-lo fet, els vaig demanar que practiquessin amb el cub durant dos mesos. Passats aquests, els vaig fer repetir el test, per comprovar que gràcies al contacte amb el cub les puntuacions havien millorat i s'havien adquirit algunes destreses. A més, també els demanava la nota en l'assignatura de matemàtiques d'abans i després, per veure si realment les persones que el saben fer obtenen qualificacions superiors en els seus estudis i tenen més facilitats en alguns aspectes acadèmics com la memorització del temari o a l'hora de prendre apunts.

### **12.3. RESULTATS**

La primera prova de la realització del test va sortir més o menys tal i com m'esperava. Inicialment m'havia proposat experimentar amb trenta persones, però finalment només vint d'aquestes van poder. Entre elles cinc persones ja sabien resoldre el cub abans de començar l'experiment. La majoria al·legaren que el test era difícil, tot i així les puntuacions van anar força bé. Vaig observar diverses semblances entre les respostes d'algunes preguntes. El 100% va saber contestar correctament la primera qüestió, ja que constava d'una lògica bastant bàsica. D'altra banda, els problemes que s'han endut una puntuació més baixa han sigut els de desenvolupaments de cubs i seqüències de figures i dominós. Ara bé, he d'admetre que no eren gens fàcils.

D'altra banda, hi havia una pregunta que jo considerava essencial i esperava que ningú la fallés. Aquesta consistia en esbrinar quantes arestes té un cub. Un 30% no la va saber respondre correctament, cosa que em va sorprendre ja que pensava que era deduïble. Altrament, hi havia dos exercicis basats en avaluar la memòria i la concentració. M'he quedat sorpresa dels resultats, ja que són els exercicis que millor han anat.

Passats els dos mesos, havent estat en contacte amb el cub amb certa regularitat, tots van repetir el test. He de dir que es va notar una gran millora, i les puntuacions van millorar en un 26%.

Anteriorment he comentat que la pregunta de les arestes va ser encertada en un 70% dels casos, i després de repetir-lo, absolutament tothom la va respondre de manera correcta. Això és degut a què a l'aprendre les característiques principals del cub la gent s'adonà que realment són dotze les arestes que conté un cub i no vuit, com pensava aquell 30% restant.

M'he sentit satisfeta i m'ha alegrat saber que després d'acabar la pràctica set persones més han après a resoldre el cub. És a dir, de les vint persones han acabat sent dotze les que el saben solucionar, per tant, un 60% del total.

Hi ha una petita diferència en les respostes entre la gent que inicialment el sabia resoldre i les que no. Tot i que m'esperava que fos major la desigualtat, els que en sabien van obtenir una puntuació més alta en el test inicial. Això pot ser degut a què les persones que s'interessen pel cub solen ser gent a qui agrada els jocs de lògica i raonament. Per tant, m'esperava aquests resultats.

## **13. UN CUB DE RUBIK PER A CECS**

### **13.1. OBJECTIUS**

La idea d'aquest projecte era trencar la barrera dels colors per aquelles persones que tenen problemes de visió, ja siguin cecs o daltònics, per exemple. De manera que vaig crear un cub de Rubik adaptat que permet a aquest col·lectiu utilitzar-lo.

Trobo que és essencial estar en contacte amb aquest trencaclosques, i tothom ha de tenir aquesta oportunitat. De manera que amb aquesta sèrie d'elements, les persones amb una certa discapacitat visual són capaces d'identificar cadascuna de les seves peces.

Si el cub aporta a una persona sense discapacitat visual certes destreses, penso que els invidents encara es poden beneficiar més d'aquest, ja que per a ells suposa un repte major i d'autosuperació. El fet de no poder veure la distribució del cub a simple vista i haver de reconèixer cada peça per la seva textura requereix més paciència i concentració. Aquestes capacitats són essencials en el seu dia a dia, i si hi ha algun factor que les pugui millorar és, sens dubte, el Cub de Rubik.

### **13.2. EL MEU PROTOTIP**

Com que no disposava del temps suficient ni tampoc tenia molts coneixements sobre construcció, vaig descartar la idea de construir jo el cub amb llenguatge Braille. Així que vaig decidir comprar un cub convencional i adaptar-lo amb característiques especials para cada una de les seves sis cares.

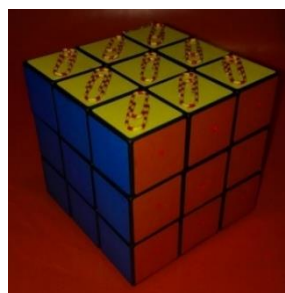
- La blanca està composta per botons quadrats.
- La groga hi té fixada una tela rasposa en cadascun dels nou quadrats.
- A la taronja hi ha aquells adhesius tèxtils que s'utilitzen per posar sota les potes de les cadires perquè no facin soroll.
- La vermella no hi té res, és completament llisa.
- La verda posseeix petits punts, fets amb pintura 3D.
- La blava està composta per adhesius de plàstic amb relleu, en forma d'ull.





Ara bé, abans d'aquest disseny primerament en vaig fer un altre. Però no em convencia, ja que el cub era de mala qualitat i no girava del tot bé. A més, alguns dels materials que vaig utilitzar no s'adherien correctament. Aquest estava compost per botons, tela, clips d'escriptori, adhesius per les cadires i punts.

Altrament, des del punt de vista estètic, també hi va haver una millora.



### 13.3. EXPERIMENTACIÓ

Però, un cop creat el cub, què? Sí que el pot utilitzar qualsevol persona ja sigui invident o no, però el que m'interessava a mi era provar la seva efectivitat. És a dir, mostrar el cub a una persona amb discapacitat visual per tal d'experimentar amb aquest.

Inicialment vaig parlar amb el director de l'ONCE, Domingo García, al qual li vaig presentar el meu cub i em va rebre amb els braços oberts. Segons m'explicà, ell el sabia resoldre i coneixia una mica aquest món, i això em va ser de gran ajuda.

Més tard, vaig tenir la sort de trobar l'Àngel, un nen de dotze anys molt simpàtic, al qual li estic molt agraïda per la seva paciència amb aquest joc nou i desconegut per a ell, i també per la seva disponibilitat.

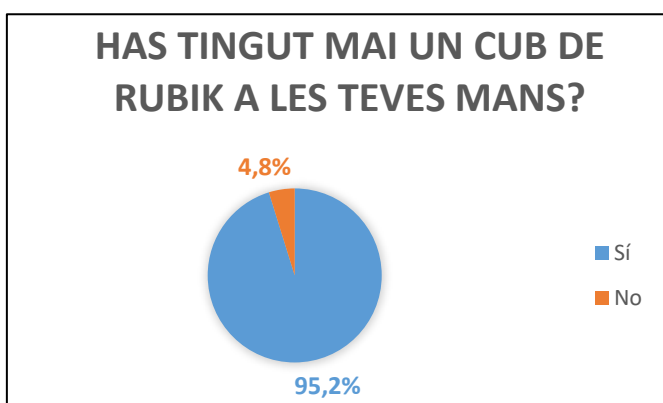
Primerament li vaig mostrar el cub, com girava i quines textures hi podia trobar. Seguidament vaig intentar ensenyar-li com resoldre una cara, però la seva comprensió va ser bastant difícil. Després de dues sessions, li vaig deixar el cub perquè l'explorés i practiqués amb ell. M'afirma que li ha agradat jugar amb ell, però l'ha trobat molt difícil, per ara impossible de resoldre per a ell.

## 14. ENQUESTA

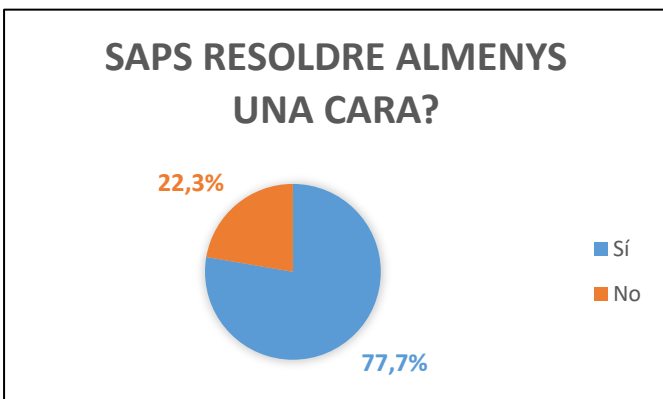
Volia conèixer la popularitat del cub al meu voltant, de manera que vaig realitzar una enquesta per tal de veure quanta gent el sabia resoldre i quins eren els seus coneixements respecte al món del cub de Rubik.

El qüestionari va ser contestat per 188 persones, 116 de les quals eren dones i la resta homes. El rang d'edat anava dels 11 als 82 anys. Totes aquestes afirmaren conèixer què és el Cub de Rubik.

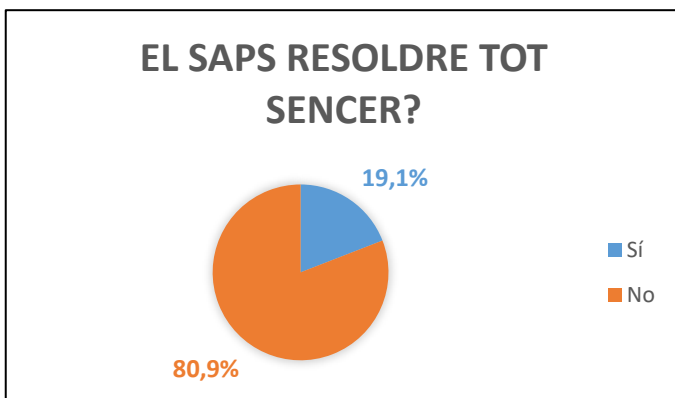
### 14.1. BUIDATGE, GRÀFICS I CONCLUSIONS



Podem observar que gairebé la majoria de persones ha estat alguna vegada en contacte amb el cub. Ara bé, un 22,1% al·lega que aquest no era seu. Més o menys és el que m'esperava, ja que encara que no el sàpigues resoldre, és temptador tenir-ne un.

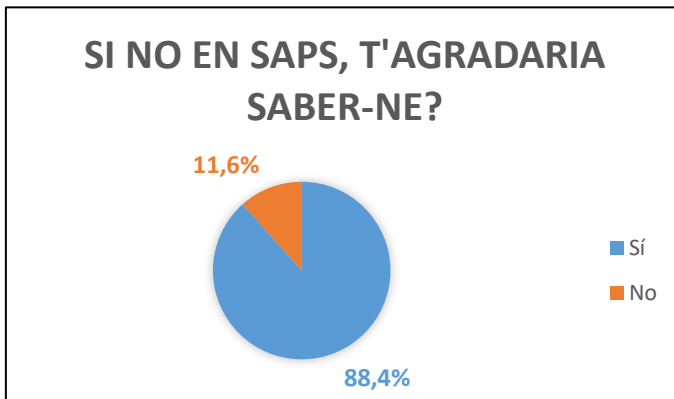


M'ha sorprès veure que tanta gent sabés resoldre una cara, ja que això implica entendre el funcionament del cub, i no és tant fàcil. La majoria de persones que no en sabien eren adults de més de cinquanta anys.

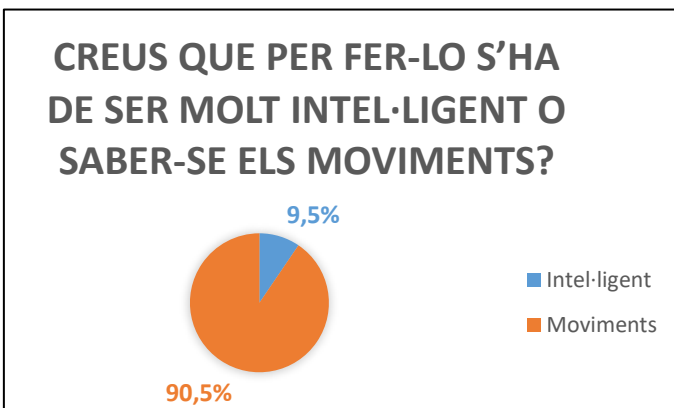


Del total, 36 persones el saben resoldre. Sincerament m'ha sorprès, ja que no m'esperava que conegués tantes persones del meu voltant que en sabessin.

D'aquestes, 14 són dones i 22 homes, sent la majoria adolescents d'entre 12 i 20 anys. Això demostra quina és la tendència de popularitat segons l'edat. Dels 36 que el saben resoldre, sis són esquerrans i la resta dretans. Inicialment vaig pensar que els dominants de la mà esquerra tindrien més facilitat en resoldre'l, pel fet de la distribució de funcions que s'estableix entre els dos hemisferis cerebrals. Ara bé, sent que només un 10% de la població és esquerrana, m'ha sortit un índex bastant elevat, però sense tenir una mostra molt més àmplia tampoc no té perquè ser un factor influent

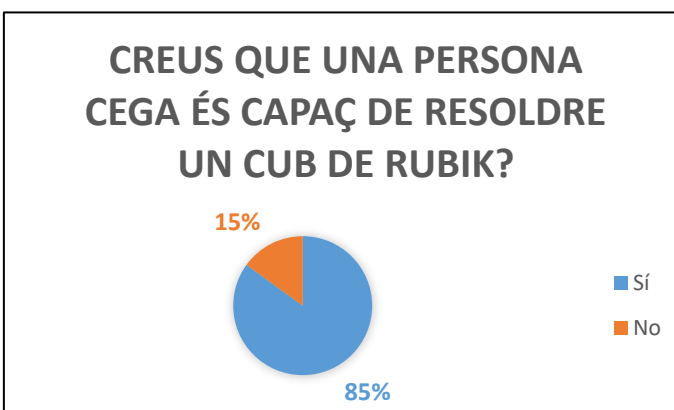


És curiós que tanta gent que no el sap fer en vulgui aprendre, ja que tothom és capaç de fer-ho si s'ho proposa. El primer pas és deixar de pensar que és difícil o impossible. Per tant, animo a totes aquestes per a què aprenguin a resoldre'l.



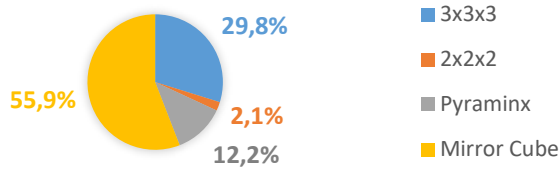
Sovint es creu que per fer el Cub de Rubik i derivats és necessari tenir una intel·ligència per sobre de la mitja i ser de ciències pures. Això és totalment incorrecte, i el 90,5% ho al·leguen.

Sí que és cert que tenir molta memòria i agilitat pot ajudar.



La intenció d'aquesta pregunta era que la gent es qüestionés el fet de com resol una persona invident un cub, ja que segurament la majoria no ho havia pensat abans. Tot i així, un 85% asseguren que sí que en són capaços, i és totalment cert.

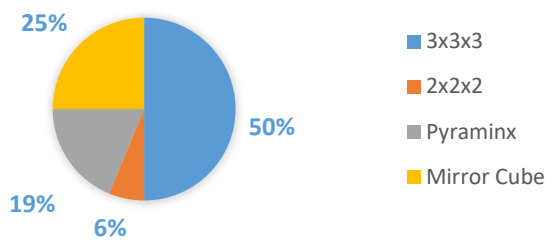
**QUIN DELS SEGÜENTS CUBS TROBES MÉS INTERESSANT, ATRACTIU O T'AGRADA MÉS?**



A partir del cub convencional se n'han fet infinites variants, de manera que m'interessava conèixer quin d'aquests agradava més a la gent. Com podem observar, el 2x2x2, tot i ser dels més coneguts, és el menys atractiu segons les opinions registrades. El Mirror Cube, com era d'esperar, és el que

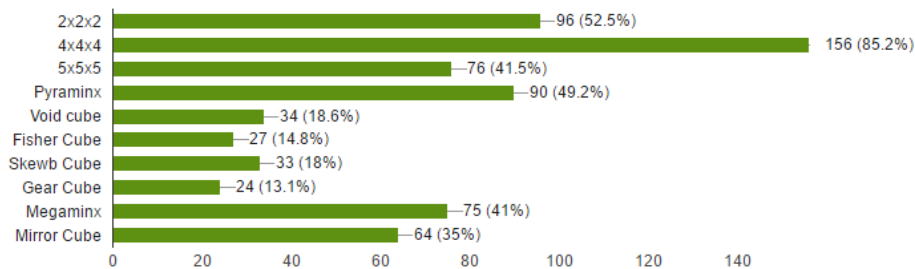
més agrada, ja que trenca amb la normalitat i el seu aspecte físic impacta.

**ENQUESTA LLAR D'INFANTS**



Aprofitant la meua estada a una llar d'infants, vaig realitzar la mateixa pregunta a vint nens de dos anys. La reacció envers el 2x2x2 i el Pyraminx va ser semblant, però va resultar ser de més atracció el 3x3x3, pels vius colors dels quals disposa.

**MARCA ELS CUBS QUE HAGIS VIST ALGUNA VEGADA, JA SIGUI EN FÍSIC O EN UNA FOTOGRAFIA D'INTERNET.**



Es pot observar clarament que el 4x4x4 és el més conegut, tot i que no al 100%, com passa amb el 3x3x3. Això és degut a què és molt similar al convencional i no és difícil de trobar.

Ara bé, altres cubs com el Fisher o el Gear són menys coneguts, tot i que m'ha sorprès que més d'un 13% els coneguessin.

## 15. RESOLUCIÓ

En aquest treball només s'explica el mètode per a principiants, ja que és el més senzill i recomanable per a aquelles persones que no estan familiaritzades amb el Cub. Ara bé, també hi ha altres maneres de resoldre'l com el mètode per a experts o a cegues.

### 15.1. EXPERTS

Aquest mètode permet assolir molt bones marques en les competicions. És a dir, és utilitzat pels *speedcubers*. El mètode Fridrich és la forma més popular per resoldre'l ràpidament. La seva creadora fou Jessica Fridrich, la qual es va basar en els mètodes de Singmaster i Schultz, perfeccionant-los i solucionant alguns elements. Evidentment hi ha altres maneres de fer-ho, com el sistema Petrus i el de Giles Roux, ara bé, són menys coneguts i emprats.

### 15.2. BLINDFOLDED

El mètode a cegues, també anomenat blindfolded, és la disciplina de resoldre un cub a cegues, el qual ha estat prèviament memoritzat. Aquest procediment consta de dues fases. La primera és la fase de memorització, per després poder executar la segona etapa, la de resolució. Els temps per a aquest esdeveniment inclou les dues fases.

Hi ha una altra variant que consisteix en resoldre tants cubs com sigui possible sense visualitzar-los, és a dir, un rere l'altre de memòria.

### 15.3. PRINCIPIANTS

La resolució consta de set etapes, per aconseguir completar primer la capa superior, seguidament la capa del mig, i per últim la inferior. Els tres primers passos són més fàcils i intuïtius que els quatre últims, els quals tenen un nivell de dificultat major, ja que s'han d'aprendre una sèrie d'algoritmes. Les etapes són les següents:

1. Creu de la cara superior
2. Vèrtexs de la primera corona
3. Arestes de la segona capa
4. Creu de la cara inferior
5. Col·locació de les arestes de la creu inferior
6. Col·locació dels vèrtexs de la corona inferior
7. Orientació dels vèrtexs de la corona inferior

Primerament, s'ha de tenir en compte que no és el mateix col·locar que orientar. Col·locar consisteix en posar la peça al lloc que li correspon, com es veu en aquesta imatge. En canvi, orientar serveix per acabar de posar la peça bé, amb els colors que es corresponen a cada cara. En aquest cub es veu que el vèrtex no està ben orientat.



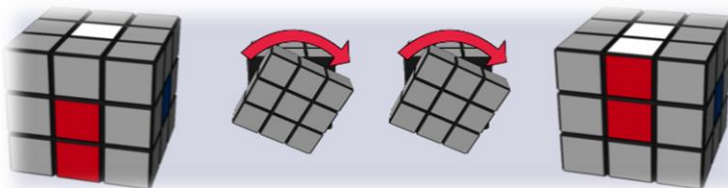
### 1. Creu de la cara superior

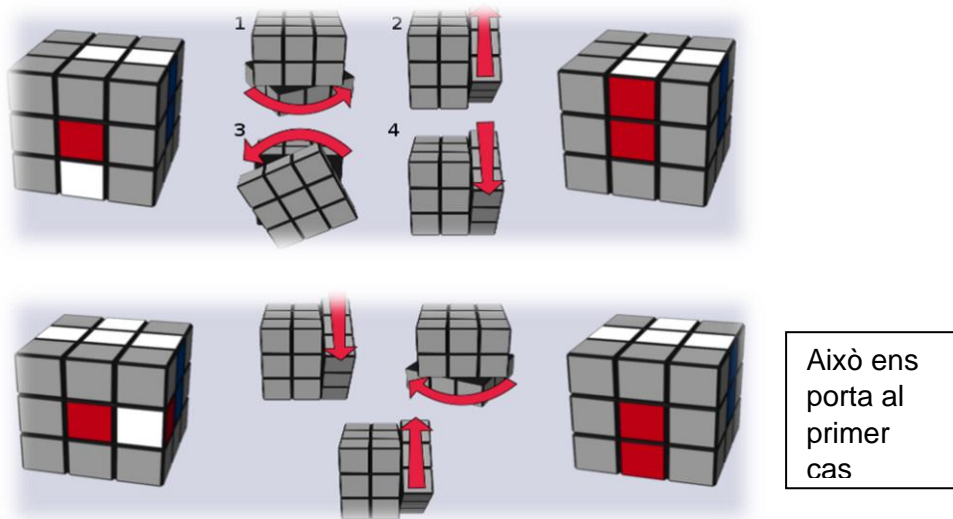
Aquest pas és el més intuïtiu, ja que no requereix memoritzar cap algoritme. És qüestió de pràctica, observació, anàlisi i intuïció, i consisteix en formar una creu en una cara. Com ja s'ha dit anteriorment, és important tenir en compte que les peces centrals de cada cara no es mouen de lloc respecte al cub. Abans de començar, s'ha de triar un color, generalment el blanc, per conveni, i posar la peça central d'aquest color a la cara superior (U), la qual considerarem la nostra primera capa. Posteriorment, anem col·locant una per una les 4 arestes del mateix color d'aquesta capa, tenint en compte que cadascuna d'aquestes coincideixi amb el color de la peça central de les cares adjacents a la que hem triat. Això és necessari perquè, com ja se sap, les peces centrals són fixes i defineixen el color de cada cara.

Ha de quedar de la següent manera:



Exemples:



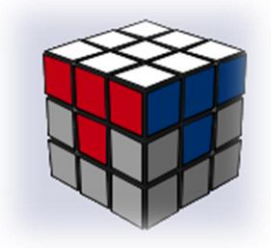


## 2. Vèrtexs de la primera corona

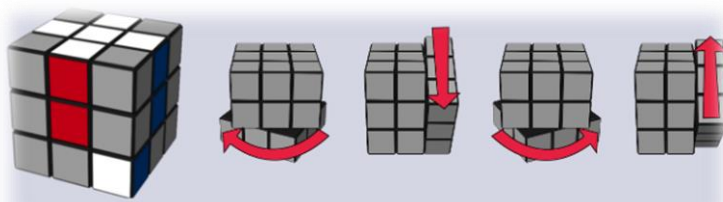
Aquesta etapa consisteix en col·locar al lloc corresponent els 4 vèrtexs que falten per completar la cara per la qual hem començat a resoldre el cub, en aquest cas, la blanca.

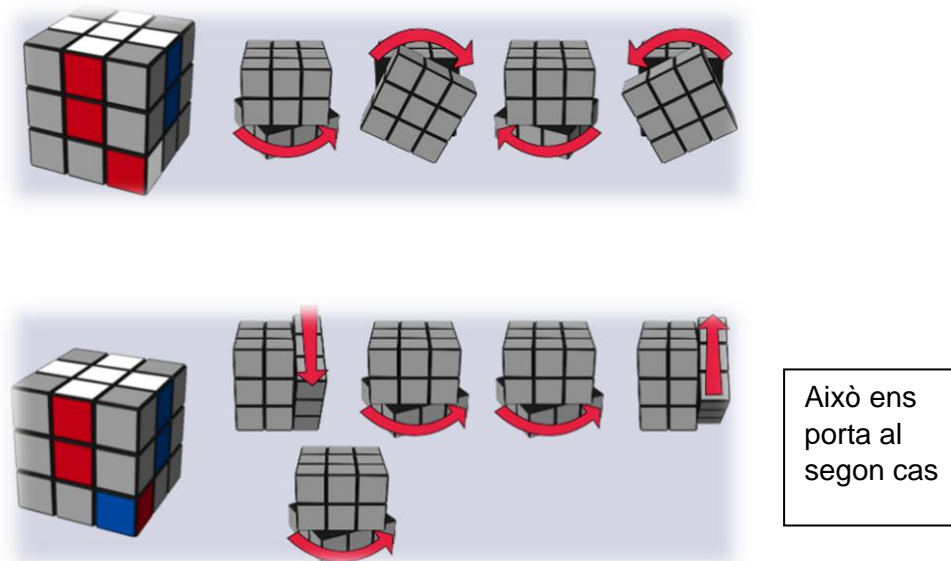
Per fer-ho seguirem el mateix procediment que per fer la creu, però amb els vèrtexs. Per tant, no cal memoritzar cap moviment sinó l'anàlisi de com es mouen les peces per saber-les col·locar.

Ha de quedar de la següent manera:



Exemples:





### 3. Arestes de la segona capa

Aquest pas ens permetrà finalitzar les dues primeres capes del cub, és a dir, F2L. Per tant, consisteix en col·locar al seu lloc les 4 arestes de la segona corona. Aquestes es troben a la cara inferior o bé ja col·locades al seu lloc, orientades o no.

Ha de quedar de la següent manera:



Per fer-ho s'ha de buscar l'aresta que es vol col·locar i posar-la a sota del centre el color del qual coincideix amb aquest. Poden sortir dos casos:

#### 1r cas



En aquest cas, es vol col·locar l'aresta vermella, la qual porta el color blau a sota.

Prenent la cara vermella com la frontal i la blava a la dreta, s'aplica el següent algorisme: **D' R' D R D F D' F'**



2n cas



En aquest cas, es vol col·locar l'aresta blava, la qual porta el color vermell a sota.

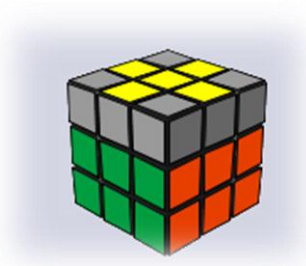
Prenent la cara blava com la frontal s'aplica el següent algorisme, el mateix que l'anterior però a la inversa:

**D L D' L' D' F' D F**

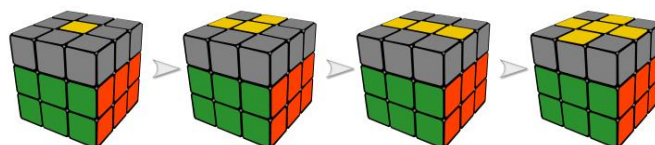
**Nota:** Si alguna peça es troba mal col·locada o ben col·locada però mal orientada, la traiem aplicant el mateix algorisme.

4. Creu de la cara inferior

Un cop hem fet els dos primers pisos, només queda resoldre l'última capa. Primerament, s'ha de girar el cub i considerar la cara groga com la superior (U). Un cop es té la posició correcta, s'ha de realitzar un creu groga i ha de quedar de la següent manera:



Per arribar-hi, només es necessita un algorisme, ara bé, aquest s'ha d'aplicar més o menys cops en funció de com estiguin les 4 arestes de la cara superior: si s'hi troba inicialment un punt, una L girada o una ratlla. Si es troba ja la creu feta, no cal fer res i es passa al següent pas directament.



Ordenats segons el nombre de vegades que s'ha d'aplicar l'algorisme, respectivament.

Prenent la cara verda com la frontal s'aplica el següent algorisme: **F R U R' U' F'**

### 5. Col·locació de les arestes de la creu inferior

Aquesta etapa consisteix en permutar la creu de la cara superior per tal que cadascuna de les 4 arestes que la formen estiguin en la seva posició correcta. Per a fer-ho s'utilitza un algoritme que crea un intercanvi de 3 peces. Ha de quedar de la següent manera:



Primer s'ha de girar la capa superior fins que es troben 2 colors laterals de la creu en la seva posició correcta. Sovint es poden trobar les quatre arestes col·locades correctament, de manera que es pot passar al pas següent directament.

Poden sortir dues situacions:

#### 1r cas



Si es troben dues arestes adjacents col·locades al seu lloc, prenent la verda com la cara frontal:

**R' U' R U' R' U'2 R U'**

#### 2n cas



Si les dues arestes que estan ben col·locades es troben oposades, s'aplica el mateix mètode, ja que es tornarà al primer cas. Per tant, s'haurà d'aplicar dues vegades, prenent com a frontal la cara verda.

## 6. Col·locació dels vèrtexs de la corona inferior

En aquest pas es posen al seu lloc correcte els vèrtexs de l'última capa del cub. Per fer-ho s'utilitza un cicle de 3 vèrtexs que els mou en sentit horari. Ha de quedar de la següent manera:



En aquesta etapa poden sortir 2 casos:

### 1r cas

Si cap vèrtex es troba en el seu lloc correcte, s'aplica el següent algorisme:

**U R U' L' U R' U' L**

Un cop aplicat, sortirà el segon cas.

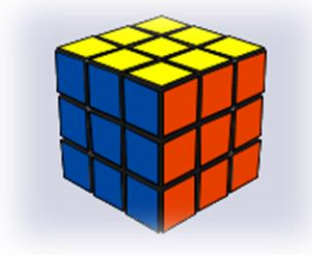
### 2n cas

Si només un vèrtex es troba al seu lloc correcte, aquest es posa mirant cap a nosaltres i a la dreta (posició dins del cub FUR) i s'aplica el mateix algorisme. Si aplicant-lo una vegada no es posen al seu lloc es repeteix una altra vegada fins que es vegi que estan els quatre al seu lloc corresponent.

**Nota:** Si tots els vèrtexs es troben ben col·locats es passa a l'etapa següent directament.

### 7. Orientació dels vèrtexs de la corona inferior

Per últim i per acabar la resolució del cub de Rubik, s'han d'orientar els vèrtexs que prèviament s'han col·locat al seu lloc. Per a fer-ho, s'utilitza un algorisme que rota 2 vèrtexs sobre si mateixos, un en sentit horari i l'altre en sentit antihorari. Ha de quedar de la següent manera:



El vèrtex que es vol col·locar es posa mirant cap a nosaltres i a la dreta (posició dins del cub FUR) i s'aplica el següent algorisme el nombre de vegades que faci falta fins que s'orienti bé:

**R' D' R D**

Un cop ja s'ha posat un vèrtex bé, sense moure el cub de posició es posa mirant cap a nosaltres i a la dreta (posició dins del cub FUR) el següent vèrtex que volem orientar, simplement movent la cara superior.

**Nota:** Sovint no cal aplicar cap moviment ja que es troben directament tots els vèrtexs ben orientats.

## **CONCLUSIONS**

El món del Cub de Rubik em semblava petit i senzill abans de començar aquest treball, però me n'he adonat que el seu estudi no s'acaba mai; cada vegada que investigava sobre un tema n'acabava descobrint un altre de nou, i possiblement aquest me'n feia descobrir tres o quatre més, però és gairebé impossible conèixer tots els secrets que amaga l'univers d'aquest trencaclosques. De fet, abans de començar a planificar el treball, vaig proposar-me esbrinar quines parts del cervell s'activen a l'hora de resoldre un cub, ja que vaig llegir que s'activen més de quatre zones quan s'usa el raonament, la creativitat i la imaginació, aptituds profitoses per la seva resolució. Ara bé, malauradament, aquesta part experimental no es va poder dur a terme atès que era un tema molt complex i les infraestructures necessàries no estaven al meu abast. Tot i així, dins el que he treballat, he pogut treure'n unes quantes conclusions i he acomplert tots els objectius que em vaig marcar.

En primer lloc, mitjançant tota la informació que he recollit de les enquestes, he pogut observar que tothom coneix el Cub de Rubik i la majoria ha estat alguna vegada en contacte amb aquest. Tenint en compte que l'enquesta va ser contestada per un 61.7% de dones, de les 36 persones que el saben resoldre, 22 són homes. No hi ha cap factor que impliqui que els homes tenen més facilitat, però potser desperta més interès per part d'aquest sector. M'ha sorprès que tanta gent el sabés solucionar, ja que no m'esperava que conegués tantes persones del meu voltant que en sabessin, pensava que era un joc d'enginy que havia quedat en l'oblit per gran part de la població. Sovint es creu que per fer el Cub de Rubik i derivats és necessari tenir una intel·ligència per sobre de la mitja i ser de ciències pures, però això és totalment incorrecte, i el 90,5% hi està d'acord.

La intenció de preguntar si una persona invident és capaç de resoldre un cub era perquè la gent es qüestionés aquest fet, el qual és totalment possible amb un cub adaptat com el que he creat. Tot i que no ha sigut provada la seva efectivitat ja que només va poder experimentar amb ell l'Àngel, el qual no havia estat en contacte anteriorment amb un cub tàctil, penso que és totalment funcional. En l'entrevista, el director de l'ONCE em va explicar que abans de ser invident el sabia resoldre, i actualment continua sabent-ne gràcies a les textures i el codi Braille. També m'explicà que les persones amb discapacitat visual desenvolupen molt la memòria tàctil, i aquest trencaclosques pot ajudar a millorar-la.

De la mateixa manera, el cub convencional també pot aportar molts beneficis a totes les persones que el practiquen. Després de l'experimentació amb diverses persones, he conclòs que la seva pràctica millora la memòria visual, la concentració, la visió tridimensional, la psicomotricitat fina i la coordinació ull-ment-mà. Per tant, si s'introduís en l'ensenyament, ja sigui en escoles o instituts, podria millorar-se el rendiment acadèmic.

D'altra banda, he arribat a la conclusió que el fet de ser esquerrà no té perquè influir en la resolució del cub. Tot i que la hipòtesi no és del tot concloent, ja que no he profunditzat molt en el tema atès la seva complexitat ni tampoc tenia una mostra suficient per aquesta experimentació.

Per una altra part, he assolit tots els objectius que m'havia proposat referents a la vessant matemàtica. Tanmateix, he pogut realitzar una àmplia anàlisi de la presència del cub en l'art, la tecnologia i el cinema, així com el nivell d'interès que ha tingut la seva cerca a Google d'uns anys cap aquí en comparació amb la tendència a Youtube.

Per finalitzar aquest treball, tan sols vull remarcar que he gaudit molt fent-lo i he descobert que és un món enriquidor tan lúdicament com psicològicament, intel·lectualment, matemàticament i social.

*"A good puzzle, it's a fair thing. Nobody is lying. It's very clear, and the problem depends just on you."*

Ernö Rubik

## FONTS D'INFORMACIÓ

### WEBGRAFIA

- RUBIK'S BRAND LTD. (2016). *The Home of Rubik's Cube* [en línia]. Anglaterra, Byfleet. [Consultat: 8 abril 2016]. Disponible a Internet: <<https://eu.rubiks.com/>>
- KIT CLEMENT. (2016). *World Cube Association* [en línia]. Oregon, Portland. [Consultat: 13 abril 2016]. Disponible a Internet: <<https://www.worldcubeassociation.org/>>
- JOAN CARLES VILASECA. (2016). *Club de Rubik de Catalunya*. [en línia]. Nord pas de Calais, Roubaix. [Consultat: 13 abril 2016]. Disponible a Internet: <<http://www.rubik.cat/>>
- ADRIÁN MARTÍNEZ MACÍAS. (2016). *Asociación Española del Cubo de Rubik*. [en línia]. Baden-Württemberg, Karlsruhe. [Consultat: 13 abril 2016]. Disponible a Internet: <<http://asociacionrubik.es/>>
- ALEXANDRE, BÁRBARA, ÁLVARO, JOSÉ MARÍA. (2016). *Ibero Rubik*. [en línia]. Dublín City, Dublín. [Consultat: 20 abril 2016]. Disponible a Internet: <<http://www.iberorubik.com/>>
- JOSÉ FRANCISCO GONZÁLEZ RAMÍREZ. (2016). *El cubo de Rubik y sus virtudes intelectuales*. [en línia]. Madrid. [Consultat: 22 abril 2016]. Disponible a Internet: <<http://www.josefranciscogonzalez.com/2016/01/23/el-cubo-de-rubik-y-sus-virtudes-intelectuales/>>
- MARTÍN PÉREZ. (2013). *Vivencias de ser humano*. [en línia]. [Consultat: 25 abril 2016]. Disponible a Internet: <<https://martinarium.wordpress.com/2010/12/17/arte-cubista-rubik/>>
- ANÒNIM. (2016). *Cube in popular culture*. [en línia]. [Consultat: 2 maig 2016]. Disponible a Internet: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Rubik%27s\\_Cube\\_in\\_popular\\_culture](https://en.wikipedia.org/wiki/Rubik%27s_Cube_in_popular_culture)>
- ÀNONIM. (2010). *Rubiks Puzzles*. [en línia]. California, Mountain View. [Consultat: 10 maig 2016]. Disponible a Internet: <<http://rubiks-puzzles.blogspot.com.es/p/articulos.html>>

- BÁRBARA MUÑOZ. (2016). *Ibero Rubik*. [en línia]. Dublín City, Dublín. [Consultat: 13 maig 2016]. Disponible a Internet: <<http://www.iberorubik.com/2016/01/09/la-once-y-rubik-presentan-un-cubo-adaptado-a-personas-con-discapacidad-visual/>>
- ESZMÉLET TEAM. (2016). *Cómo resolver*. [en línia]. Arizona, Phoenix. [Consultat: 29 maig 2016]. Disponible a Internet: <<https://how-to-solve-a-rubix-cube.com/como-resolver-un-cubo-rubik-es/>>
- DOUGLAS QUENQUA. (2012). *Rubik's Cube Twists Back Into Limelight*. [en línia]. California, San Francisco. [Consultat: 12 juny 2016]. Disponible a Internet: <[http://www.nytimes.com/2012/08/07/science/rubiks-cube-enjoys-another-turn-in-the-spotlight.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2012/08/07/science/rubiks-cube-enjoys-another-turn-in-the-spotlight.html?_r=0)>
- CARLOS ANGOSTO HERNÁNDEZ. (2014). *El cubo de Rubik de la A a la Z*. [en línia]. [Consultat: 12 juny 2016]. Disponible a Internet: <<http://www.rubikaz.com/>>

## BIBLIOGRAFIA

- VALEIRAS, Rodolfo; SANTOS, Javier. (2006). *Orden en el caos*. Almuzara. 382 pàgines.
- WERNECK, Tom. (1981). *El Cubo Mágico*. Barcelona: Ediciones DS (Editors, S.A.). 160 pàgines.
- WARUSFEL, André. (1981). *Cómo jugar y divertirse con EL CUBO MAGICO DE RUBIK. Soluciones para el juego del siglo con prólogo de E. Rubik*. Primera edició. Madrid: Altalena. 143 pàgines.

## ARTICLES

- ESTEBAN ROMERO, Ramón. (2013). *Las matemáticas del cubo de Rubik*. 14 pàgines. <<https://goo.gl/hgxi0p>>
- ALEXANDRE, BÁRBARA, ÁLVARO, JOSÉ MARÍA. (2016). *¿Ser inteligente y tener estudios influye a la hora de resolver el cubo de Rubik?* <<https://goo.gl/zrfq10>>



## IL·LUSTRACIONS

- Il·lustració 1: Nucli del cub (creu axial) <<https://goo.gl/0zDUJX>>
- Il·lustració 2: Envàs on venia el cub de Rubik l'any 1980 quan va ser anomenat joc de l'any <<https://goo.gl/40dFB6>>
- Il·lustració 3: Stackmat timer <<https://goo.gl/NtorFf>>
- Il·lustració 4: 4.242 Cubs de Rubik representen a Martin Luther King <<https://goo.gl/RKKdjx>>
- Il·lustració 5: 12.090 Cubs de Rubik representen a Michelangelo <<https://goo.gl/V7R69b>>
- Il·lustració 6: Màquina que resol el Cub de Rubik <<https://goo.gl/U2vmPI>>
- Il·lustració 7: Model d'un cub 3D descompost en les seves diverses parts <<https://goo.gl/MA4sSk>>
- Il·lustració 8: El youtuber TheMaoiSha i part de la seva col·lecció <<https://goo.gl/S0nKQV>>

Les altres imatges són meves o són simplement un recull de diferents cubs per ensenyar els processos, algunes creades amb programes informàtics.

# ANNEXOS

## ANNEX I: ENQUESTA ON-LINE

1. Quants anys tens?
2. Sexe: masculí, femení
3. Ets esquerrà, dretà o ambidextre?
4. Saps què és el Cub de Rubik?
5. N'has vist mai un?
  - 5.1 Si has respost que sí, era teu?
6. Saps resoldre almenys una cara?
7. I tot sencer?
  - 7.1 Si has respost que sí, més o menys quan tardes?
  - 7.2 Si has respost que no, t'agradaria saber-lo resoldre?
8. Quants anys creus que fa que existeix?
9. Quanta estona creus que va tardar la persona que té el rècord en resoldre'l més ràpid?
10. Creus que per fer-lo s'ha de ser molt intel·ligent o és cosa de saber-se els moviments?
11. D'uns anys cap aquí s'ha posat molt de moda l'Art de Rubik. Consisteix en col·locar molts cubs en diferents posicions i unir-los de manera que formin una imatge o figura determinada. N'havies sentit a parlar? Què n'opines?



12. Quin dels següents cubs trobes més interessant, atractiu o t'agrada més?



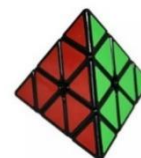
3x3x3



2x2x2



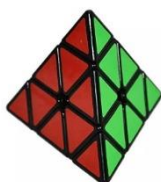
Mirror cube



Pyraminx

13. A continuació es mostren una sèrie de variants que s'han fet a partir del Cub 3x3x3.

Marca amb una "x" els que hagis vist alguna vegada, ja sigui en físic o en una foto d'Internet.



Pyraminx



4x4x4



5x5x5



Mirror cube



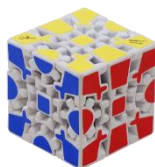
2x2



Skewb cube



Fisher cube



Gear cube



Void cube



Megaminx

14. Creus que seria beneficiós o t'agradaria introduir el Cub a l'ensenyament? És a dir, que s'ensenyés a fer a l'escola, o com una activitat extraescolar.

15. Creus que una persona cega és capaç de resoldre un Cub de Rubik?

16. Pels que heu contestat que no, aquí us mostro el Cub que he dissenyat jo per a persones amb problemes de visió, de manera que el poden fer sense cap problema guiant-se per les textures. Què n'opines? Canviaries alguna cosa?



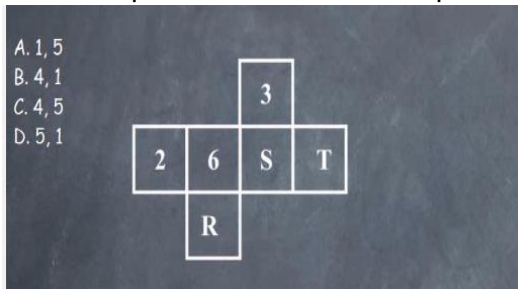
17. Per últim, vols fer alguna aportació? Si trobes interessant un tdr sobre el Cub, alguna curiositat o quelcom que jo no hagi dit?

## ANNEX II: EL TEST

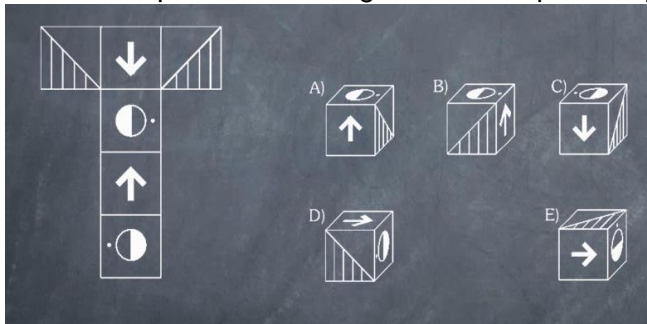
La prova dura 30 minuts.

- Sexe:
- Edat:
- Saps resoldre el cub de Rubik?
- Nota mitjana de l'assignatura de matemàtiques:

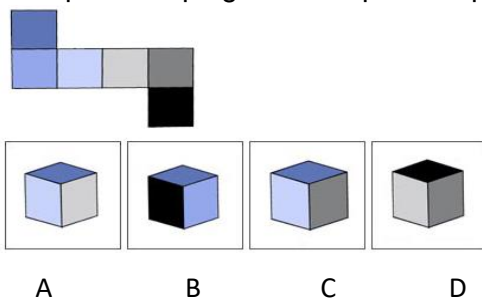
1. La següent figura mostra el desenvolupament d'un cub. Si la suma dels números corresponents a dues cares oposades és 7, llavors R i S són respectivament:



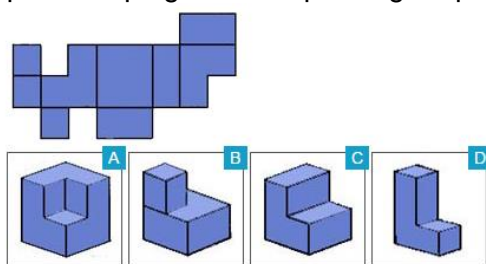
2. Indica quin cub dels següents correspon a aquest desenvolupament:



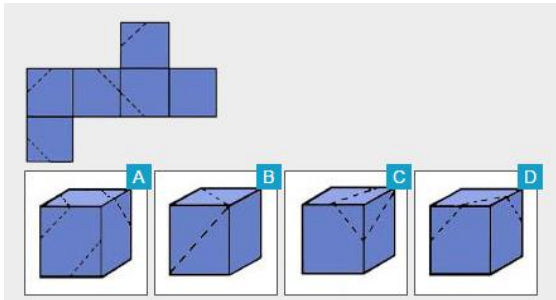
3. Aquest desplegament a quin cub pertany?



4. Aquest desplegament a quina figura pertany?



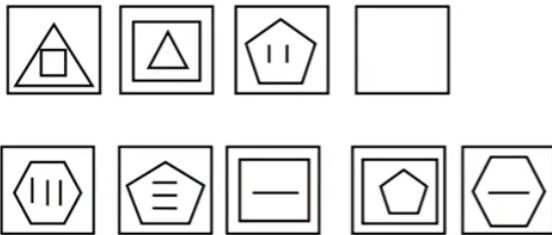
5. Aquest desplegament a quina figura pertany?



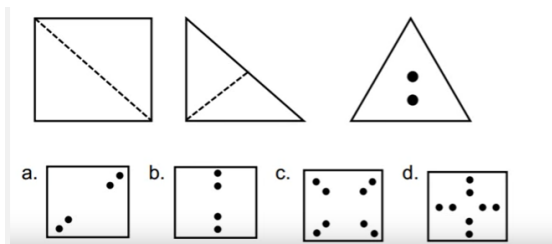
6. Quin desplegament li correspon a aquest cub?



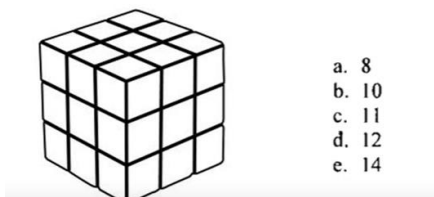
7. Encercla la figura que ha d'anar al quadrat en blanc per continuar la seqüència:



8. Un full de paper es doblega tal i com s'indica amb les línies discontinuades, i després és perforada en dos punts. Indica com queda el full de paper a l'obrir-se del tot.



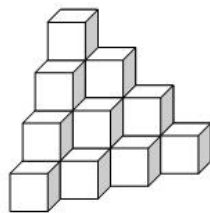
9. Indica el nombre de peces del cub que tenen dues cares:



10. Indica amb un “=” quan les lletres de la dreta siguin les mateixes que les de l’esquerra i un “≠” si hi ha alguna variació:

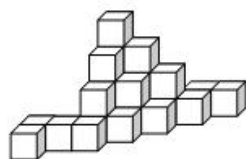
blwmaixshe		blwmaikshe
urirehkwj		urirehkzpj
kuaoxcahgx		kuaomcahgx
ciwkibkfc		ciwkibmkfc
rdektzoqcy		rdektzoqcy
ibfifwqtr		ibfifwqtr
emqtgeeyqk		emqtgeeyqk
kefdwmfdmx		kefhwmdmx
isuxbmrts		iswxbmrts
rpbjpfyws		rpbjpfyws
kdourjctgh		kdourjctgh
qwnroxefwn		qwnroxefwn
nzrcxvdgix		nzrcxvdgix
tqyvqyisib		tqyvqyisib
zpfnyeggxw		zpfnyggxw

11. Quants cubs hi ha en aquesta figura tenint en compte també els cubs que no es veuen?



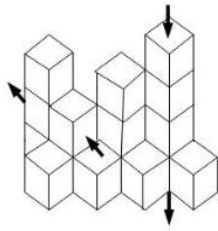
- A.  ? | 18
- B.  ? | 19
- C.  ? | 20
- D.  ? | 21

12.



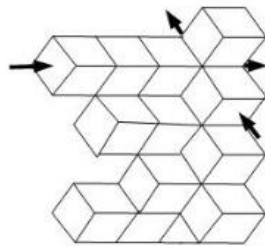
- A.  ? | 24
- B.  ? | 25
- C.  ? | 26
- D.  ? | 27

13. Quants cubs del total d'aquesta construcció NO estan travessats per fletxes, tenint en compte també els cubs ocults?



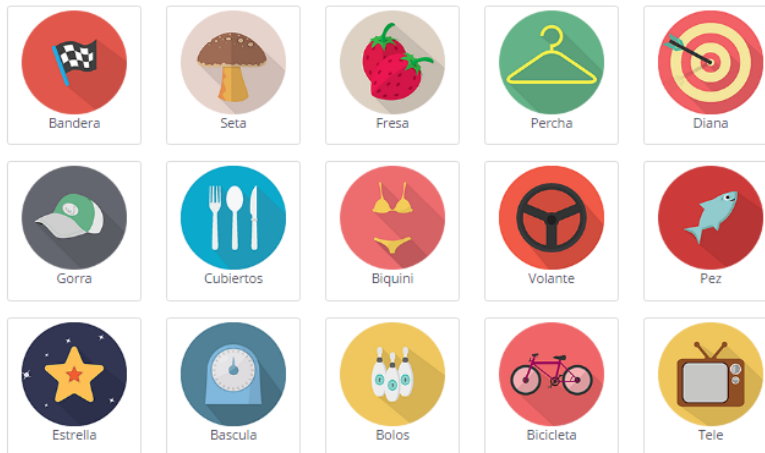
- A.  7
- B.  8
- C.  9
- D.  10

14.

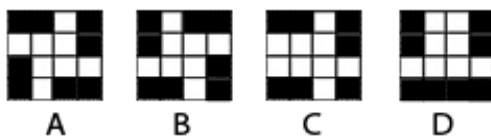


- A.  9
- B.  10
- C.  11
- D.  12

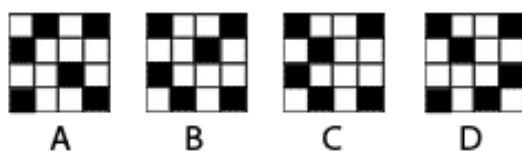
15. Tens 1 minut per memoritzar els següents dibuixos. Després, escriu en un altre paper tots els que records.



16. Quina d'aquestes imatges no concorda amb les altres tres?

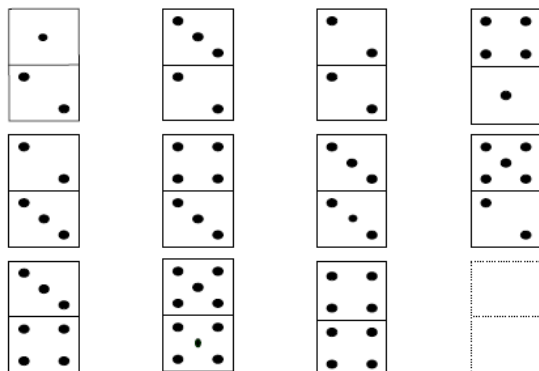


17.

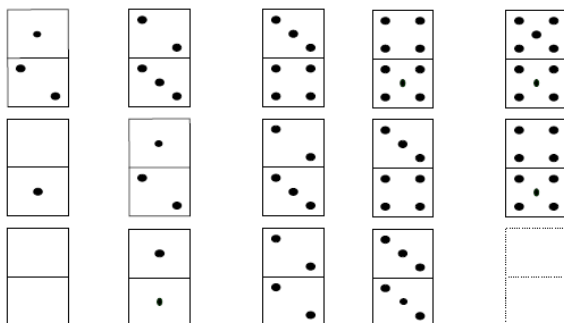




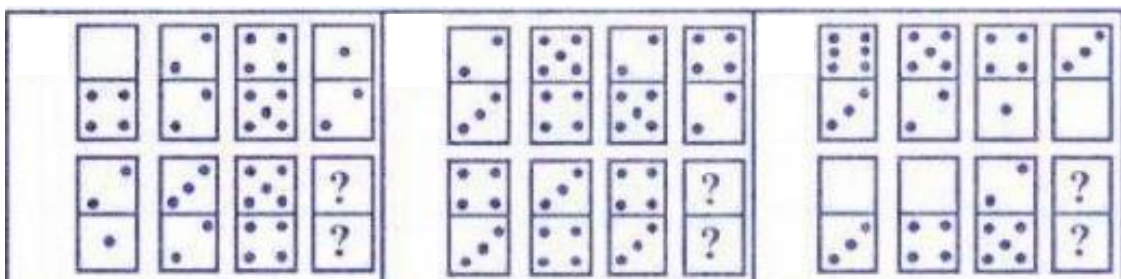
18. Omple l'espai buit amb la fitxa que compleix la seqüència:



19.



20.



### ANNEX III: ASSISTÈNCIA A LA COMPETICIÓ DE BARCELONA

El passat dissabte 19 de novembre vaig assistir a una competició del Cub de Rubik a Barcelona, disputada a la Universitat Politècnica de Catalunya.

El funcionament d'aquesta era molt diferent al que em pensava, ja que m'imaginava trobar-hi solament adolescents, però no fou així, hi havia gent de totes les edats. Em vaig sorprendre i alegrar a la vegada de veure tantes noies competint, ja que sovint, ja sigui a Youtube o pel carrer, s'observen gairebé només homes.

Vaig observar que hi havia gent d'altres nacionalitats i, entre ells, el rus que té el rècord mundial en la modalitat blindfold 5x5x5.



*Recull d'imatges de l'estada a la competició*

## **ANNEX IV: ENTREVISTA A BERTA GARCÍA**

El dia de la competició a Barcelona vaig tenir la sort de poder entrevistar una de les organitzadores, la Berta García. Ella té 15 anys, fa quart d'ESO i viu a Premià de Mar.

### **1. Quin va ser el teu primer contacte amb el cub de Rubik?**

Vaig tenir un cub la primera vegada als set anys, i vaig aprendre a resoldre'l amb un tutorial d'internet. Més endavant, als dotze anys em va agafar fort i ja no he parat. També llavors vaig començar amb la modalitat Blindfold.

### **2. Treus bones notes? Quina és la teva assignatura preferida? A què et vols dedicar de gran?**

Sí, trec bones notes. La meva assignatura preferida és Matemàtiques. De gran vull ser matemàtica.

### **3. Creus que tothom és capaç de resoldre'l? I un ancià inclús?**

Crec que sí, si té una motivació forta. Un ancià també en principi, però li intento ensenyar a la meva àvia i veig que li costa. Però amb molta dedicació jo crec que sí.

### **4. Creus que la seva pràctica aporta alguna mena de beneficis? T'ho has notat?**

Sí. Millora l'agilitat mental, la memòria visual. Sí, ho he notat sobretot en el càlcul i l'activitat mental.

### **5. Hi dediques moltes hores de pràctica? Com ho compagines amb els estudis?**

Unes dues hores. Faig institut, Rubik i música. Toco el piano i la bateria des de fa tres anys.

### **6. Com ho fas per memoritzar els cubs a la modalitat de blindfold?**

Memoritzo amb lletres i creo paraules. Llavors ho vaig associant per poder realitzar la memorització.

### **7. Et poses nerviosa a les competicions?**

Em poso molt nerviosa la veritat, i crec que és una cosa que he de millorar per poder controlar.

### **8. Et surten millors temps a casa o en campionats?**

A vegades he notat que a l'estar en públic em motiva més i faig encara millor temps, però no sempre.

### **9. Quin es el teu rècord en 3x3x3? I en 2x2x2? I en blindfold?**

9.87 em sembla que el tinc. 2x2x2 no me'n recordo, ja que no el practico. En blindfold 31.05 segons.

**10. Quin es el teu pròxim repte?**

El meu rècord a casa és 21.05, però en competició no he aconseguit baixar dels 30 segons, així que el meu objectiu ara és aquest, a veure si demà ho puc aconseguir.

**11. A quants campionats has assistit? Quants rècords has obtingut?**

Crec que uns vint, potser més. No sé quants cops n'he batut, però ara mateix en tinc tres: en blindfold d'un cub, en blindfold de mitja, que són tres cubs, i el multiblindfolded, que consisteix en resoldre molts cubs a cegues.

**12. Si poguessis definir el cub amb una sola paraula quina seria?**

Increïble.

**13. Creus que seria interessant introduir el cub a l'escola o l'institut?**

Crec que sí, seria molt beneficiós. De fet, ara estic intentant fer un projecte amb puzzlesdeingenio.com per fer tallers a les escoles i introduir el cub als alumnes. La idea es enviar un e-mail a totes les escoles de Barcelona i les que hi estiguin interessades que contactin amb mi.

**14. T'agraden altres jocs com escacs o Sudoku?**

Doncs la veritat és que no. De jocs així només el Rubik i la música.

**15. Com funciona això d'organitzar campionats?**

És una manera de fer créixer el món del Rubik. Si ningú n'organitza s'extingiria, per això en vull organitzar per intentar mantenir-lo.

**16. Et sembla interessant un treball de recerca sobre el cub?**

Sí, em sembla molt interessant. De fet, segurament, quan em toqui fer-lo el faré sobre el cub, perquè hi tinc molt a dir, però encara no sé molt bé en què consisteix.

**17. Quants cubs tens a la teva col·lecció?**

Actualment en tinc bastants, uns seixanta, tot i que el meu preferit és el 3x3x3.

**18. Hi ha algun cub que hagi resultat per tu mateixa sense cap manual?**

Sí, algun, com el Pyraminx i formes estranyes com el Mirror o l'octaedre.

**19. Tens algun mètode propi que hagi descobert tu?**

No, però el que estic fent ara és trobar algoritmes deductius, que s'anomenen commutadors. Alguns els dedueixo jo i altres els busco.

**20. Hi ha algun cec que competeixi oficialment?**

Em sembla que no, no n'he vist mai cap, però s'ha de poder fer si algú els hi dicta o té relleu.

**21. Hi ha gent d'altres nacionalitats que competeixin en aquest open?**

Avui crec que no, però demà ve un rus que té el rècord del món en 5x5x5 blindfolded.

**22. Quin és el campionat major campionat al qual has assistit?**

El campionat d'Europa, que es va celebrar a Praga.

**23. Es dóna algun premi als guanyadors?**

En opens oberts no, però en nacionals europeus sí que es dóna un reconeixement econòmic a vegades.

**Moltes gràcies per l'entrevista Berta. Continua així!**

## **ANNEX V: ENTREVISTA AL DIRECTOR DE L'ONCE**

27-09-2016, Lleida. Domingo García

**1. Coneixes el Cub de Rubik?**

Sí.

**2. Has sentit a parlar mai sobre un Cub de Rubik per a cecs? Si la resposta és sí, n'has vist mai un?**

Sí. De fet, n'havia tingut un de figures i el sabia fer, però el vaig aprendre a fer amb vista.

**3. Creus que és bona idea i trobes interessant que les persones amb problemes de visió també tinguin l'oportunitat de resoldre'l?**

Sí. És una adaptació més que s'ha fet d'una cosa quotidiana per a un cec. És original. Per a mi és més divertit això que jugar al domino.

**4. Creus que els hi podria aportar alguns beneficis la seva pràctica?**

Bé, s'ha de tenir una bona memòria, sobretot espacial, i si és amb el tacte encara més. Però crec que pot aportar els mateixos beneficis que aporta un Cub convencional a una persona que hi veu.

**5. Pel fet de no poder veure els colors i haver de recórrer al tacte, creus que ho tenen més difícil?**

Més difícil no, és el mateix. Ara bé, comporta més temps i dedicació. Abans mateix quan m'has ensenyat el teu Cub jo he tardat una bona estona en tocar-lo per reconèixer les sis cares i tu amb un cop d'ull el pots veure tot.

**6. Respecte al Cub que he dissenyat, creus que es distingeixen bé totes les textures?**

Sí. Em fa gràcia que hagi utilitzat els clips per fer una cara.

**7. Als campionats oficials hi ha una modalitat que consisteix en resoldre el cub a cegues, havent vist la seva disposició prèviament. Ara bé, les persones invidents analitzen el cub adaptat(amb textures) i un cop l'han memoritzat reben un cub amb la mateixa disposició però sense adaptar. Creus que estan en igualtats de condicions?**

Em poses en dubte perquè no sabia això, però si ja ho tenen automatitzat i està demostrat que es pot fer, sí, una persona cega ho pot fer de la mateixa manera.

**8. Creus que una persona que hi veu té més dificultats en resoldre el cub per a cecs (amb els ulls tancats evidentment) que un propi cec?**

Clar, els cecs sempre tindran més agilitat i hi estaran més adaptats. Hi ha una negació per la persona que hi veu: no està adaptada per viure sense veure-hi. Per tant, sempre hi ha una diferència.

**9. Per últim, creus que crear una mena de classe per a cecs on se'ls ensenyés a resoldre'l o a familiaritzar-s'hi seria positiu i d'ajuda? Per què?**

Sempre que hi tinguin l'afició, sí. Perquè com hem dit abans pot millorar la memòria, l'organització, la paciència...

**Moltes gràcies Domingo García!**