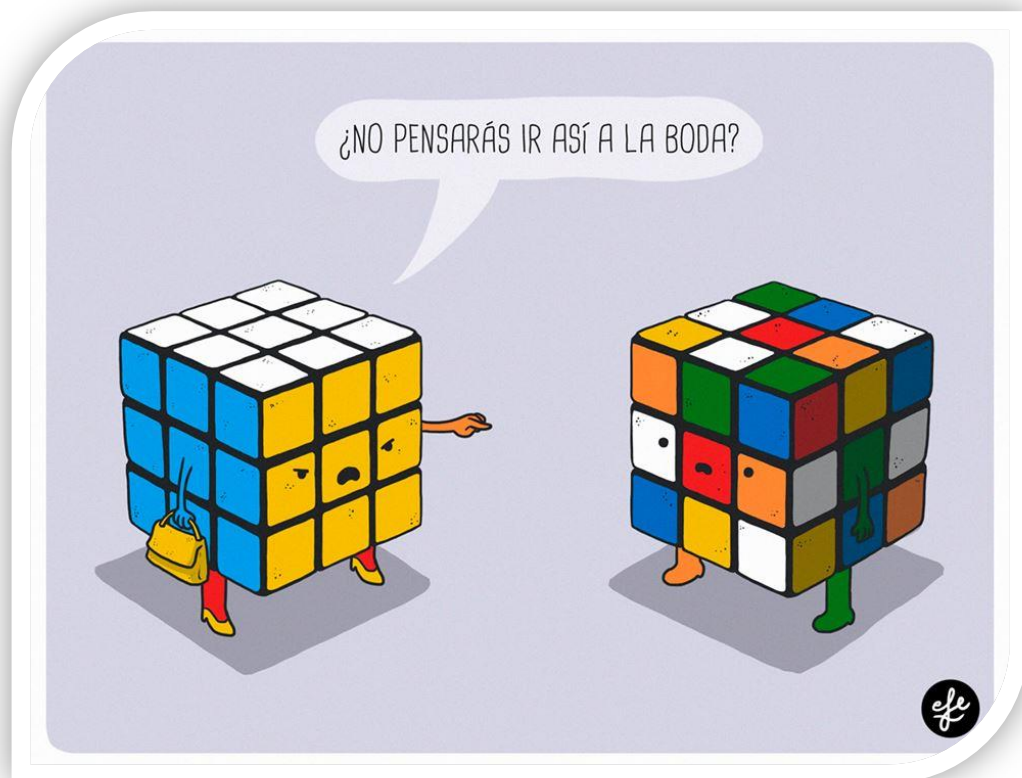


La setena cara del Cub de Rubik



Nom: Joan Zamora Fernàndez

Tutor: Jordi Rillo

Curs i Grup: 2n Bat. B

Data: 17 / 1 / 2014

AGRAÏMENTS

Abans de començar m'agradaria agrair el suport de totes les persones que m'han ajudat a dur a terme aquest treball, ja sigui d'una forma o altre. Per començar, agrair als meus pares la paciència que han tingut a l'hora de suportar un fill histèric amb un extens treball per presentar (a més de tenir altres obligacions com nombrosos exàmens d'ampli contingut de temari per aprendre). En segon lloc al meu germà, en Sergi, per donar-me suport quan em faltava temps per respirar i per l'ajuda que he rebut per la seva part a l'hora de fer el treball. En tercer lloc als meus avis, per preocupar-se i fer un esforç per intentar entendre què feia cada cop que em posava davant l'ordinador a escriure el programa. També m'agradaria donar gràcies al tutor del meu treball, en Jordi Rillo, que m'ha ofert, quant més ho necessitava, el seu temps i ajuda. Per acabar, no m'agradaria tancar aquest apartat sense anomenar abans als meus companys de classe amb els quals hem compartit nervis i dubtes sobre els nostres respectius treballs. Compartir amb ells uns pocs moments de desconexió han sigut clau per poder seguir treballant amb ànims.

Gràcies a tots i a totes!

I gràcies també a tu, lector, per interessar-te en el meu treball de recerca.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. OBJECTIUS DEL TREBALL	2
3. HISTÒRIA DEL CUB DE RUBIK.....	3
4. MECANISME I CONSTRUCCIÓ DEL CUB DE RUBIK	8
5. ALTRES CUBS CONEGUTS	11
6. MÈTODE DE RESOLUCIÓ SENZILL DEL CUB DE RUBIK	14
6.1 LA PRIMERA CAPA	19
6.2 LA SEGONA CAPA.....	22
6.3 LA TERCAERA CAPA	24
7. EL PROGRAMA.....	28
8. CONCLUSIONS	31
9. BIBLIOGRAFIA	32
ANNEX: L'ENQUESTA	I
ANNEX: EL PROGRAMA.....	II

1. INTRODUCCIÓ

Per què “La setena cara del cub de Rubik”?

Quants cops ens hem trobat amb algun familiar, amic o desconegut caminant, al tren, o assentat a un banc mirant fixament un cub de plàstic ple d'adhesius de colors? Quants cops ens hem quedat amb la boca oberta al veure algú resoldre'l davant dels nostres ulls?

El cub de Rubik porta quaranta anys, aproximadament, creant un efecte d'admiració i misteri a tot aquell qui l'agafa entre les seves pròpies mans. Què conté aquest cub perquè encara a dia d'avui deixi a la gent bocabadada?

Poc s'ho imaginava el seu creador que aquest trencaclosques crearia tal sensació al món sencer i a un públic d'edat tant àmplia. Potser el fet de saber-ne més, de ser un dels pocs capaços de resoldre aquest misteri, és el que ens empeny a intentar-ho un cop rere l'altre.

Car que a dia d'avui trobem instruccions per fer encaixar totes les peces al seu lloc i assolir l'objectiu del joc, no som capaços de memoritzar d'una forma ràpida els moviments necessaris per completar-lo.

Sigui el que sigui el que fa tant atractiu aquest cub, si ens donessin una eina per poder-lo resoldre de forma ràpida la majoria de gent l'acceptaria de bon gust (deixant de banda la temptadora idea de treure els gomets i tornar-los a enganxar).

És aquest el motiu pel qual m'he proposat realitzar aquest treball, per destapar els misteris que amaga aquest trencaclosques i proporcionar, a tothom qui vulgui, una eina senzilla i ràpida per realitzar el cub de Rubik.

Per aquesta raó, també, es titula d'aquesta forma el treball, perquè he enfocat el cub de Rubik des del punt de vista informàtic (amb un programa que ens diu els moviments que necessitem aplicar per tal de resoldre'l).

2. OBJECTIUS DEL TREBALL

L'objectiu més clar del meu treball és senzill i clar: aconseguir fer un programa en el qual s'hi pugui introduir les dades de les cares d'un Cub de Rubik desordenat i que aquest respongui amb els moviments que s'han d'aplicar al trencaclosques per tal d'ordenar-lo en 6 homogènies i monocromàtiques cares.

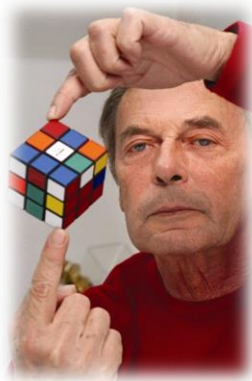
El fet de fer un programa d'aquestes característiques implica aprendre a fer servir Visual Basic, un llenguatge que mai havia fet servir i que desconeixia totalment.

El material del que m'he servit des d'un principi ha sigut el meu ordinador (amb connexió a internet), un Cub de Rubik i l'accés a la biblioteca municipal per tal d'obtenir informació de llibres.

Per acabar, l'objectiu principal del treball és (i no per aquest fet és l'objectiu que més m'ompli aconseguir) aprovar aquest crèdit amb la major nota possible.

3. HISTÒRIA DEL CUB DE RUBIK

El Cub de Rubik, anomenat també com el cub màgic, és originari d'Hongria. El seu nom prové del cognom del seu creador, el professor Ernő Rubik. És un dels pocs jocs, per no dir l'únic, que té el nom del seu creador.



Ernő Rubik

El professor Ernő Rubik va néixer l'any 1944, a Budapest. És fill d'una família amb un pare constructor d'avions (a més de ser el dissenyador de més de 20 velers sense motor), una mare escriptora i professora de ciències literàries, i una germana doctorada en medicina. A la meitat dels seus estudis superiors va adonar-se que no volia continuar cursant escultura i es va inscriure a la universitat Tècnica, on es va llicenciar com a

arquitecte diplomad anys més tard. Un cop llicenciat es va matricular a la acadèmia d'arts aplicades i va estudiar decoració i disseny de mobles (va ser, a més, un coordinador espacial i de formes d'aquesta acadèmia).

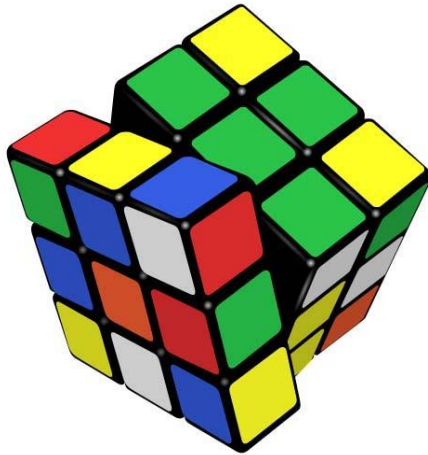
En la seva tasca com a docent, el professor Ernő Rubik, sempre topava amb el mateix problema amb els alumnes de les seves classes: estaven acostumats a pensar en conceptes de superfícies planes i això els perjudicava a l'hora d'entendre les relacions més complicades a les representacions espacials. Així doncs, per desenvolupar en els seus alumnes la capacitat d'imaginació per la tercera dimensió, Rubik va construir el seu primer "Cub" (1974). Aquest consistia en un hexaedre de secció rectangular format amb tres peces d'amplada, tres de profunditat, i dos d'alçada (3x3x2).



Magic Domino

Poc temps després d'aparèixer aquest artefacte, el professor Rubik, començava a rebre els primers reconeixements de la seva invenció al seu país.

Aquest trencaclosques donaria pas, en un transcurs curt de temps, al cub que coneixem a dia d'avui, amb tres peces d'amplada, tres de profunditat, i tres d'alçada.



El cub de Rubik

A l'any 1978 el cub va captar l'atenció de gran part dels assistents de la Fira Internacional de Budapest. Dos anys després el cub va passar a comercialitzar-se quan *Arxon* adquirí els drets de distribució del Cub original.

Entre l'any 1980 i 1982 es van vendre més d'un milió de cubs a Alemanya (i no se'n van vendre més no per falta de demanda, sinó perquè la capacitat de subministrament del producte no era suficient). El cub de Rubik guanyà el premi al "Joc de l'any" com a millor joc per jugar en solitari al mateix any de llançament en massa del trencaclosques.

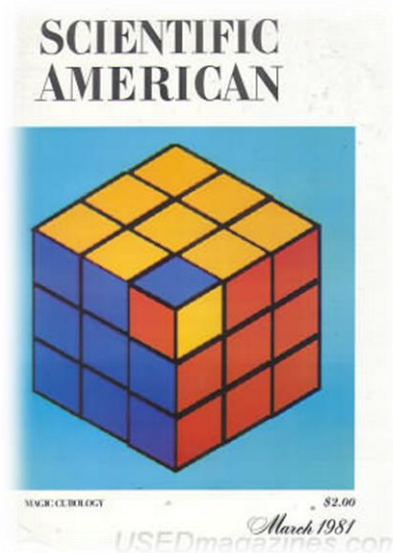
Pocs anys després dos diaris alemanys, l'*Spiegel* i l'*Stern*, presentaren (de forma independent) les primeres instruccions per començar a ordenar el cub. A més, també, el diari *Frankfurter Rundschau* publicà un extens article dedicat a la nova i popular joguina.

Per altre banda, a l'altre riba de l'oceà Atlàntic també havia afectat la febre les cub màgic. De fet l'actriu hongaresa Zsa Zsa Gabor mostrà el cub per primer cop al 1980 a Hollywood on va causar sensació a tothom que el desconeixia.



Zsa Zsa Gabor i el doctor Solomon W. Golomb

El ressò que va causar la invenció d'aquest trencaclosques entre els matemàtics i naturalistes americans va ser tan gran que la revista de divulgació científica més significativa del moment, la *Scientific American*, va dedicar-li la portada i un extens article en la seva edició del març de 1981.



Portada de la Scientific American

(Edició del Març de 1981)

El cub de Rubik es pot definir com la joguina dels rècords. Només pel nombre de vendes aconseguides al llarg de la història ja sobrepassa amb gran diferència la quantitat de vendes que hagi pogut tenir qualsevol altre joguina que hagi estat al mercat (com el *Monopoly* o l'*Scrabble*).

Aquest fet resulta irònic ja que una de les principals estratègies de venda consisteix en oferir al públic un producte que qualsevol persona pugui comprendre'n el funcionament.

És curiós veure el nivell d'obsessió pública per desemmascarar el secret del cub. Aquest va arribar a un punt tal que la mateixa matemàtica Kathleen Ollerenshaw, antiga alcaldessa de Manchester, va haver de sotmetre's a una operació per tal de curar una espècie de tendinitis causada per la gran quantitat d'hores invertides amb el cub de Rubik entre les seves mans. Aquesta lesió es va passar a anomenar "polze cúbic".

A la presentació del cub de Rubik, que es va dur a terme a la Fira de Joguines de 1980, *Arxon*, l'empresa distribuïdora del producte, proposava un concurs en que el guanyador s'emportava un premi de 5000 marcs (uns 2556 euros). L'empresa distribuïdora havia obtingut tants guanys que va ser capaç, inclòs, d'oferir aquesta suma de diners pel guanyador. L'objectiu no era acabar les sis cares del cub, sinó completar una sola capa en menys de tres minuts. Ningú ho va aconseguir.

Una de les altres moltes curiositats d'aquesta joguina i el seu èxit consisteix en l'aparició d'una nova sèrie de dibuixos animats (durant el transcurs de l'any 1983) en la que el protagonista era un cub màgic. La sèrie es deia *Rubik, el cub màgic*.



Cartell de la sèrie
"Rubik, el cub màgic"

No va ser fins el juny del 1982 que el jove estudiant de 16 anys, Minh Thai, va ser capaç de resoldre el cub i guanyar el primer campionat mundial celebrat de Budapest. Amb la jove edat de 16 anys va marcar el primer rècord en 22,95 segons.

Anys més tard, al 2003, l'americà Dan Knights rebaixà el rècord a 20,00 segons al campionat mundial (celebrat aquell any a Toronto).

A l'any 2013 el jove Mats Valk, natural dels Països Baixos, va marcar el rècord més ràpid (el qual encara no s'ha superat) amb un temps de 5,55 segons al campionat mundial celebrat a [Zonhoven](#).



Mats Valk

En definitiva podem observar que el cub ha causat gran sensació des del seu naixement i sembla que, si en un futur tot continua sent com ara, l'admiració de la gent vers aquesta joguina no morirà mai.

4. MECANISME I CONSTRUCCIÓ DEL CUB DE RUBIK

La construcció del cub, tot i semblar un artefacte complicat, és d'allò més senzilla i fàcil. Abans d'explicar el seu mecanisme delimitarem quins tres tipus de peces podem trobar al cub:

- Els **centres**: són peces que només tenen una cara amb un color i es mantenen fixes (a diferència dels altres tipus de peces). El seu únic moviment possible són les rotacions (de 90, 180, 270 i 360 graus). Hi ha 6 peces centre en total (una de cada color).
- Les **arestes**: són peces que sempre es troben situades entre dos peces vèrtex i que tenen dues cares amb dos colors diferents. Hi ha un total de 12 arestes en un cub (això significa que les arestes representen 24 gomets del cub, on 4 dels quals pertanyen a un dels 6 colors diferents que el trencaclosques presenta. En una mateixa aresta no es pot repetir el mateix color a les dues cares d'aquesta. No hi ha ni una sola aresta amb la mateixa combinació de colors repetida en un cub).
- Els **vèrtex**: són peces formades per tres cares i el seu nom ja indica on es troben situades al cub. Hi ha un total de 8 vèrtex en un cub (fet que significa que aquestes peces representen 24 gomets del cub, on 4 dels quals pertanyen a cada un dels 6 colors diferents que el trencaclosques presenta. En un mateix vèrtex no es pot repetir el mateix color a les tres cares d'aquest. No hi ha ni una sol vèrtex amb la mateixa combinació de colors repetida en un cub).



Ara que sabem de quines peces consta el cub, mostrarem la seva estructura. Aquesta consta d'una peça central que manté fixes les 6 peces centrals d'aquest. Aquesta peça central, que a partir d'ara anomenarem centre axial, és la que s'encarrega de mantenir unida tota l'estructura del cub (la resta de peces entren a pressió i encaixen perfectament l'una amb l'altre).



Vista interior del cub

El que molta gent fa quan vol començar a practicar per aconseguir fer un bon temps a l'hora de resoldre el cub és engreixar els eixos del centre axial del cub i així els moviments són molt més fluids i ràpids.



Creu axial

En alguna ocasió podem veure aquest trencaclosques amb formes diverses, que mantenen l'essència del joc però la seva forma no és cúbica, com els que podem veure a continuació:



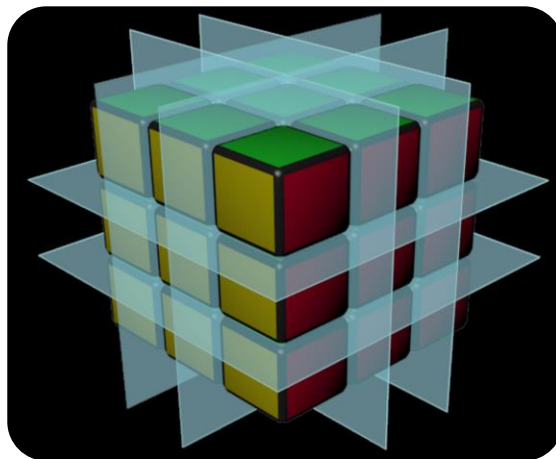
Trencaclosques amb forma esfèrica



Cub de Rubik deformat

Les formes exteriors de la joguina poden fer-nos pensar que el seu interior és diferent i aquest raonament és totalment erroni. El fet que per fora tinguin una forma no cúbica és degut a que s'han llimat els vèrtex i les arestes del cub per pura estètica, però el mecanisme és el mateix.

Ho podem observar amb més claredat si ens fixem en els talls que divideixen el cub en les 26 peces que el formen. Els talls són simètrics, perpendiculars i uniformes (i per això podem moure totes les peces en totes les direccions i sentits):



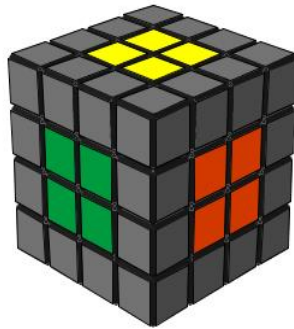
Seccions en les que es divideix el Cub de Rubik

5. ALTRES CUBS CONEGUTS

A dia d'avui podem veure al mercat un ampli ventall de trencaclosques semblants al cub de Rubik. A continuació en comentarem uns quants:

- La venjança de Rubik (cub de 4x4x4): En un principi aquest cub volia ser batejat amb el nom de Cub de Sebestény (per el nom del seu creador Péter Sebestény) però va quedar-se amb el nom de “La venjança de Rubik” perquè el ressò del nom Rubik és més comercial.

La dificultat de realització d'aquest cub és una mica més alta que la dificultat construcció del cub de Rubik tradicional ja que aquest es realitza de la mateixa forma que el de 3x3x3 però afegint els moviment inicials per tal de construir els centres (aquest fet consisteix en ordenar les 4 peces centrals de cada una de les 6 cares d'un sol color) aconseguint un resultat com el que observem a continuació:



Cub de 4x4x4 amb els centres resolts

La complexitat estructural d'aquest cub és considerable donat que no té peces centrals fixes (el seu nombre de peces per cara és parell). Així doncs la seva construcció no és tant senzilla com la seva forma de resoldre'l (just al contrari del que va passar amb l'aparició del cub de 3x3x3).

L'actual rècord mundial d'aquest cub el va aconseguir, l'any 2013, el jove de gairebé 19 anys [Feliks Zemdegs](#). Va resoldre aquest cub en 24.66 segons.



Estructura interna del cub de 4x4x4

- El Cub de Butxaca (2x2x2): Aquest cub ha sigut batejat amb una varietat molt extensa de noms diferents (Cub de Gel, Mini Cub, Mini Rubik,...).

La patent del primer cub de 2x2x2 pertany a Rubik des de l'any 1983. En l'actualitat, però, existeixen altres marques, a part de la Rubik, que comercialitzen aquest cub (aquest fet ve donat perquè s'han trobat altres mecanismes interns, diferents al del cub original, i l'han patentat ells també).

En aquest cub també ens trobem amb el problema que presenta el cub de 4x4x4: té un nombre de peces parell (totes les peces són vèrtex). Per aquest fet resulta tant difícil d'imaginar-se per dins. A la imatge de la dreta podem veure un dels mecanismes proposats per una marca diferent a la Rubik.

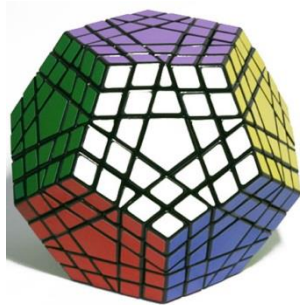


Mecanisme intern del Cub de Butxaca

La fama d'aquest cub ve donat a que el seu grau de dificultat és més baix i, per tant, és més fàcil de resoldre que el tradicional cub màgic.

L'actual rècord mundial d'aquest cub pertany a Christian Kaserer. El jove italià va aconseguir un temps de 0,69 segons l'any 2011.

A més d'aquests dos cubs, a dia d'avui, podem trobar una gran varietat de trencaclosques en tres dimensions (dodecaedres, piràmides,...). I no paren d'aparèixer nous models del cub amb variacions que fan trencar-se el cap per resoldre'ls. A continuació en podem observar uns quants models:



Dodecaedre



Piràmide



Professor's Cube



Mirror Cube



Cub de 7x7x7 peces

6. MÈTODE DE RESOLUCIÓ SENZILL DEL CUB DE RUBIK

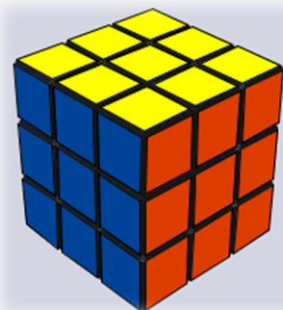
Existeixen diversos mètodes per resoldre el cub de Rubik. Un dels més coneguts (tot i ser força complex) és el mètode *Fridrich* que permet formar més d'una capa en una quantitat reduïda d'algoritmes.

També existeix un altre mètode, utilitzat pels guanyadors del campionat mundial de resolució del cub de Rubik dels últims anys, molt difícil d'aprendre però molt efectiu a l'hora de resoldre de forma ràpida el trencaclosques. Per explicar-ho d'una forma senzilla, aquest mètode consisteix en visualitzar la disposició del cub al principi (un cop barrejat) i aplicar, sense aturar-se per tornar a observar el cub, els moviments necessaris fins resoldre'l. És per això que també s'anomena a aquest "el mètode a cegues".

Aquests mètodes són massa complicats i extensos per mostrar-los a un públic que no està gaire familiaritzat amb el món del cub màgic; així doncs, mostrarem un mètode senzill per resoldre el cub de Rubik.

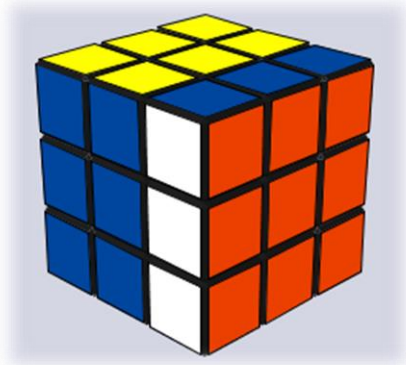
Abans de començar a explicar els passos a seguir, per tal de situar de forma correcta les peces del trencaclosques, determinarem les rotacions del cub i atorgarem a aquestes una lletra (per així facilitar la comprensió del procés en la seva lectura).

Suposarem que agafem el cub amb les nostres mans (resolt) amb la cara de color taronja al davant (cara frontal), a la cara superior hi haurà el color groc (cara superior), a l'esquerra hi trobarem el color blau (cara esquerra), a la dreta el color verd (cara dreta), a la cara de sota el cub trobarem el color blanc (cara inferior) i, finalment, darrere (a la cara oposada a la frontal) hi trobarem el color vermell (cara posterior).



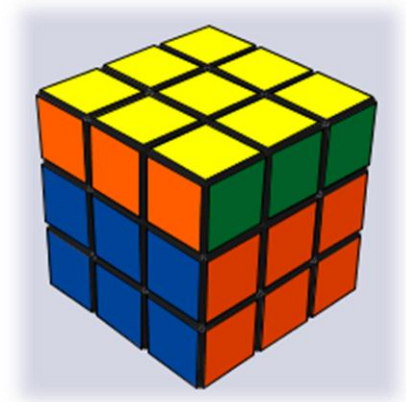
El conveni de caràcters atorgats a cada un dels moviments que utilitzarem és el següent:

- Gir Horari Frontal (**F**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla frontal del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



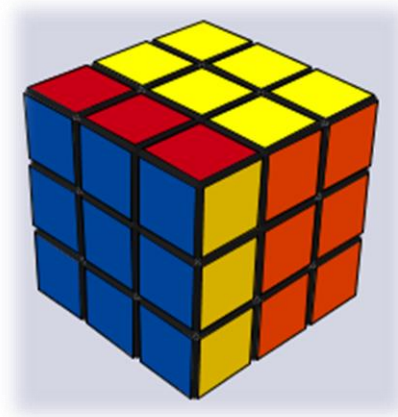
El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **F** (de l'anglès *front*).

- Gir Horari Superior (**U**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla superior del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



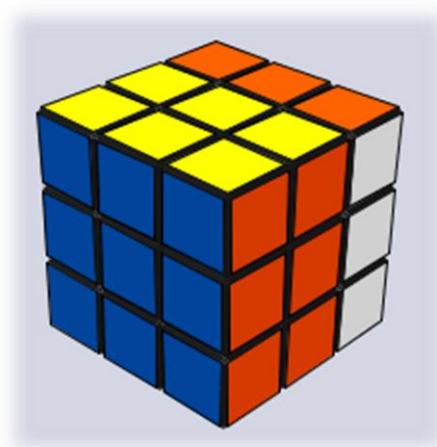
El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **U** (de l'anglès *up*).

- Gir Horari Esquerra (**L**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla esquerre del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



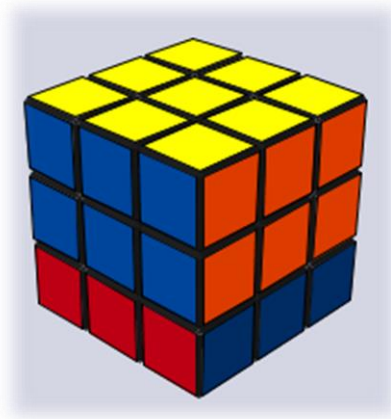
El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **L** (de l'anglès *left*).

- Gir Horari Dreta (**R**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla dret del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



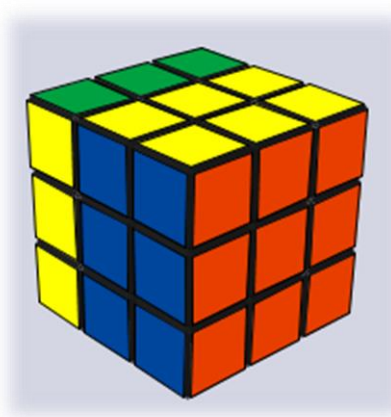
El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **R** (de l'anglès *right*).

- Gir Horari Inferior (**D**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla inferior del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **D** (de l'anglès *down*).

- Gir Horari Posterior (**B**): Aquest moviment significa la rotació de 90 graus del pla posterior del cub en sentit de les agulles del rellotge. Amb el cub resolt aquest seria el seu aspecte, un cop aplicat el moviment:



El caràcter que atorguem a aquesta rotació és **B** (de l'anglès *back*).

- Per les rotacions referides en sentit oposat (rotacions antihoràries enlloc de rotacions horàries) utilitzarem el caràcter que indica el pla sobre el qual s'efectuarà el moviment seguit d'un apòstrof situat just darrere d'aquest (un exemple: Gir Antihorari Frontal = **F'**).

6.1 LA PRIMERA CAPA

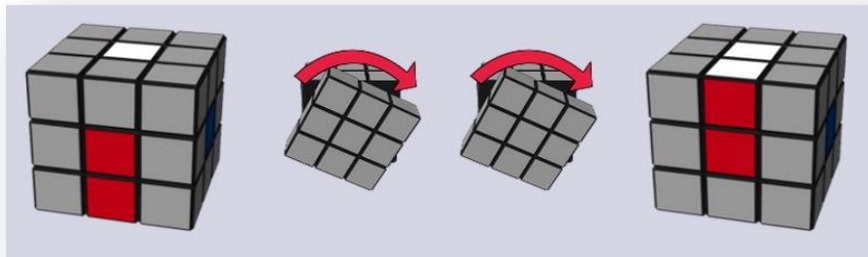
Per començar a ordenar el cub hem d'escollir el color d'una cara per la qual començar. Nosaltres agafarem el color blanc com a exemple.

El que hem de fer a continuació és buscar quina de les sis cares del cub té la peça central de color blanc. En el procés de formació de la primera capa utilitzarem aquesta peça com a guia.

En primer lloc hem de formar una creu a la part superior del cub, és a dir: situar les peces aresta que continguin el color blanc al seu lloc. Aquest procés possiblement sigui molt fàcil i intuïtiu per a molta gent però anem a mostrar quina seria la forma metòdica de realitzar aquesta tasca. Ens podem trobar en 3 casos:

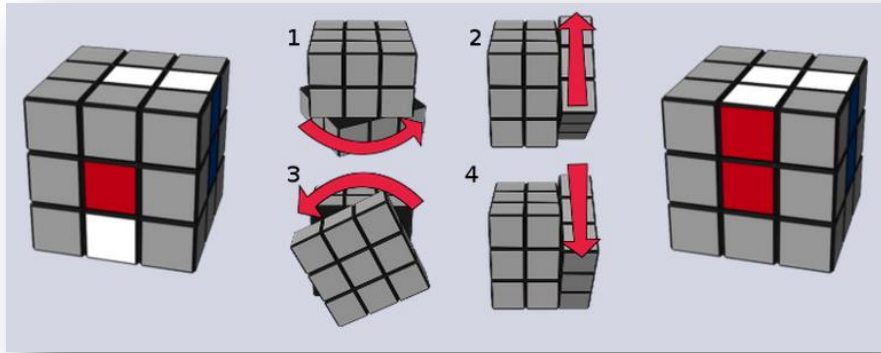
- **Cas 1:** L'aresta en qüestió té l'adhesiu blanc a la cara inferior del cub.

La solució en aquest cas és fer dos moviments horaris a la capa on es trobi aquesta peça (demostració a la imatge).



- **Cas 2:** L'aresta es troba a la capa oposada d'on es troba la peça central blanca i la seva disposició és perpendicular respecte aquesta.

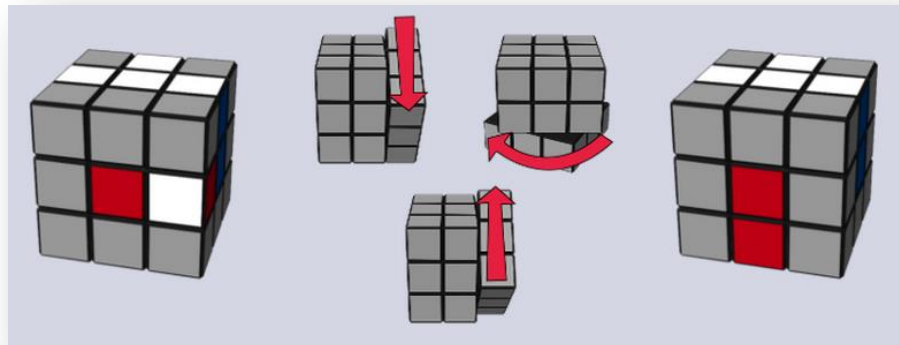
El que hem de fer en aquest cas és, amb la peça mal col·locada a la capa frontal, aplicar els moviments: **D R F' R'**.



- **Cas 3:** L'aresta es troba a la segona capa.

El que fem en aquest cas és col·locar aquesta peça en la situació que observem al **cas 1** i aplicar el mateix mètode de resolució.

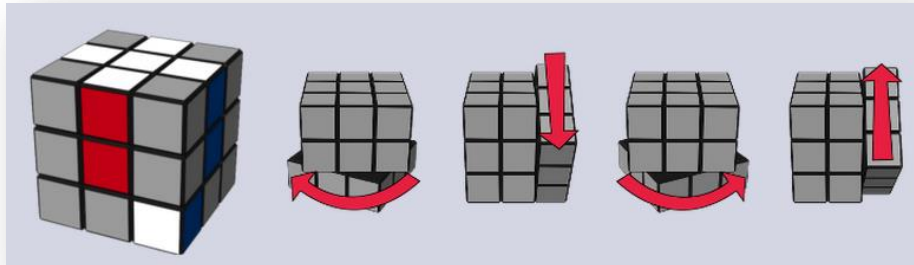
Per col·locar la peça com al **cas 1**, amb l'adhesiu de color blanc (de la peça mal situada) a la capa frontal farem el següent: **R' D' R + Cas 1**.



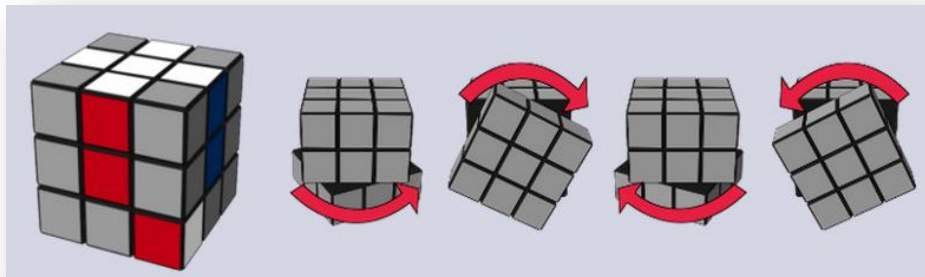
Un cop haguem fet encaixar les peces del cub construint una creu a la part superior d'aquest, hem de passar al pas següent: fer encaixar els vèrtex.

Per fer encaixar els vèrtex haurem de situar cada una de les quatre peces en qüestió de forma que els seus tres adhesius concordin amb el color de la peça central de la cara on es trobin. Ens podem trobar amb tres casos diferents:

- **Cas 1:** En cas que la peça que desitgem col·locar correctament es trobi a la capa oposada de la que estem construint (i el seu adhesiu de color blanc es trobi a la cara frontal, a la cantonada dreta) efectuarem el moviment: **D' R' D L**.



- **Cas 2:** És el cas anàleg al cas 1. Efectuarem els moviments **D R D' L'** quan peça que desitgem col·locar correctament es trobi a la capa oposada de la que estem construint (i el seu adhesiu de color blanc es trobi a la cara frontal, a la cantonada esquerra).

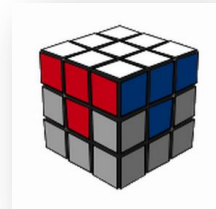


- **Cas 3:** En aquest cas, la peça que volem col·locar es troba a la capa oposada de la que estem construint (i el seu adhesiu de color blanc es troba a la cara inferior, a la cantonada esquerra). Els moviments per ordenar aquesta peça són: **R' D D R D**. Efectuant aquest moviment, situarem la peça orientada com al **cas 2** (que ja sabem resoldre).

6.2 LA SEGONA CAPA

Quan haguem aconseguit ordenar la primera capa començarem amb la segona. Aquesta capa és més fàcil de completar ja que només hem de ordenar un màxim de quatre peces, les arestes.

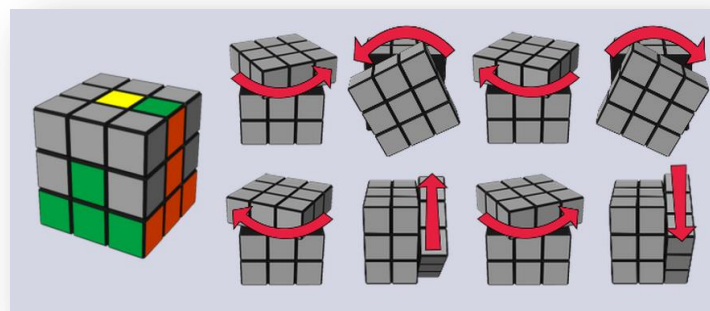
Per començar hem de fer girar la primera capa fins que els colors dels laterals concordin amb el color de la peça centre de la mateixa cara (tal i com podem veure a la imatge de la dreta).



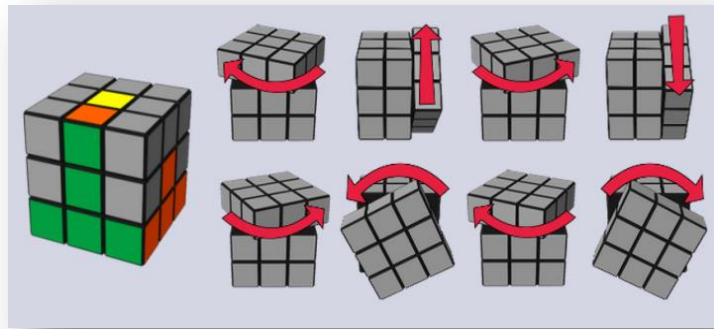
A continuació girarem tot el cub un angle de 180 graus (fent que la capa que ja hem completat quedi situada a la par inferior del cub enlloc de la superior).

El que hem de fer tot seguit és identificar a la capa superior (ara, desordenada) arestes que continguin adhesius de dos colors consecutius de les peces centre dels laterals del cub. Per situar aquestes peces a la seva posició correcte ens trobarem amb un dels tres casos següents:

- **Cas 1:** Si la peça que volem situar a la segona capa té a la cara frontal el mateix color que la peça centre d'aquesta, i el color que li correspon al adhesiu de la cara superior concorda amb el color de la peça central de la capa esquerra, hem d'agafar com a cara frontal la que pertany a la cara esquerra (és a dir: girar 90 graus en sentit antihorari tot el cub) i efectuar els moviments: **U' F' U F U R U' R'**.



- **Cas 2:** És el cas anàleg al cas 1. Si la peça que volem situar a la segona capa té a la cara frontal el mateix color que la peça centre d'aquesta, i el color que li correspon al adhesiu de la cara superior concorda amb el color de la peça central de la capa dreta, hem d'efectuar els moviments: **U R U' R' U' F' U F.**



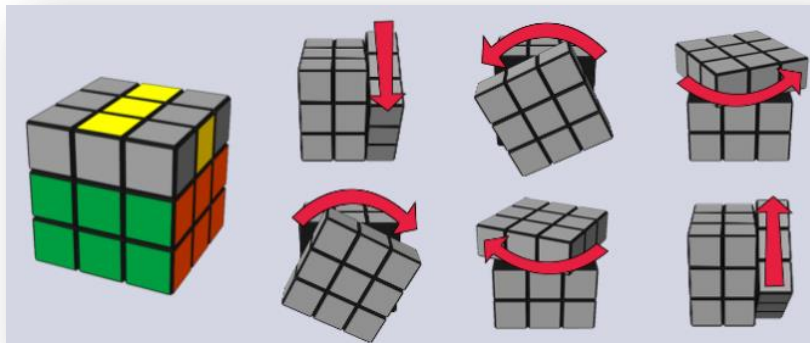
En el cas que la segona capa del cub segueixi incompleta i totes les arestes de la capa superior tinguin un adhesiu d'un color que pertany a la cara superior (és a dir, que no pertanyin a la segona capa) significarà que les arestes que estiguin mal situades de la segona capa s'hauran de pujar a la capa superior per poder efectuar els moviments del **cas 1 i 2** i completar-la. Per dur a terme aquest procés ens fixarem en una cara lateral que tingui la aresta de la segona capa mal col·locada i situada la part dreta. Efectuarem doncs els moviments que mostrem al **cas 2** i llavors només caldrà col·locar la peça que estava mal situada (ara que es troba a la capa superior).

6.3 LA TERCAERA CAPA

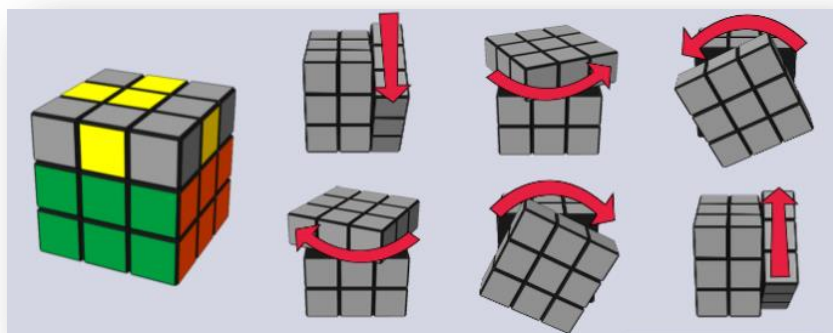
Aquesta capa és la més complicada de completar, tot i que, no té un gran nivell de dificultat.

Per començar haurem de disposar les arestes de l'última capa de forma que formin el dibuix d'una creu. Per tal de fer-ho haurem de seguir els passos que mostrem a continuació. Hi ha tres casos diferents:

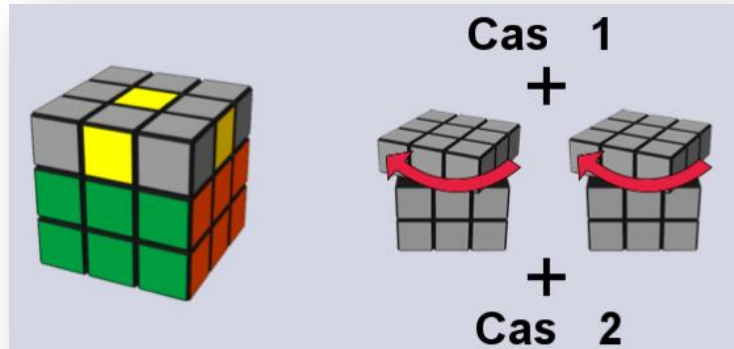
- **Cas 1:** En aquest cas aplicarem els moviments $R' F' U' F U R$ quan hi trobem una columna vertical, de tres peces, al centre de la cara superior del cub.



- **Cas 2:** En aquest cas aplicarem els moviments $R' U' F' U F R$ quan hi trobem un seguit de tres peces (una de les quals és la central) situades en forma de "L" invertida.

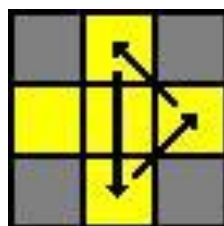


- **Cas 3:** En aquest cas aplicarem els moviments del **cas 1 + U U** + els moviments del **cas 2**, i els aplicarem quan hi trobem que a la capa superior no hi hagi cap color que pertanyi a la capa (excepte, evidentment, la central).



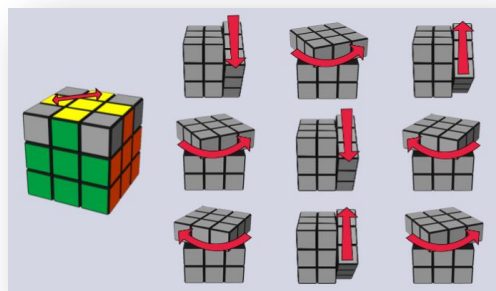
Un cop haguem construït la creu, haurem de fer encaixar el color de la cara lateral de les arestes amb el color de la resta de cares laterals. Per fer-ho ens podem trobar amb els següents casos:

- **Cas 1:** En aquest trobarem que només encaixarà una aresta amb una de les laterals (la resta no encaixaran). Quan això succeeixi rotarem el cub 90 graus en sentit antihorari, per aconseguir que la capa on el color de l'aresta concordi amb la resta de les peces de la primera i segona capa quedi a la part esquerra del cub, i aplicarem els moviments següents: **B' U U B U B' U B**. És possible que efectuant només un cop aquesta successió de moviments no sigui suficient ja que el que fa aquest moviment (vist des de la part superior del cub) és el següent:



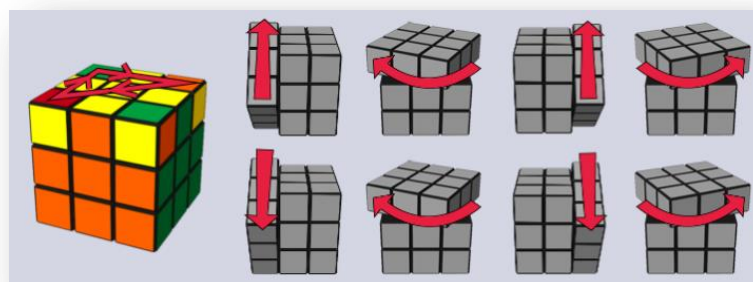
- **Cas 2:** En aquest trobarem que només encaixaran dues arestes consecutives, les altres dues no. Per ordenar les peces haurem de rotar tot al cub a les nostre mans fins aconseguir que les dues peces, que estan mal col·locades, es trobin a la cara frontal i a la cara dreta. Un cop fet això haurem d'aplicar els següents moviments: **R U U R' U' R U' R' U'**.

Els moviments que es presenten a la imatge següent també son correctes per resoldre aquest cas:

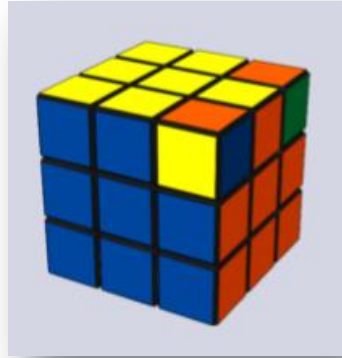


Un cop les arestes estiguin ben col·locades només caldrà situar i orientar bé els vèrtex de l'última capa. Primer ens centrarem en situar-los bé. Per fer-ho ens haurem de fixar quina de les quatre arestes encaixa amb la seva posició al cub (només encaixarà una, o totes i el cub ja estarà complet) i situar-la a. Tant és que estigui mal orientada.

El que farem a continuació és rotar el cub fins aconseguir la peça ben col·locada a la part dreta de la cara frontal i aplicar el següent moviment, tants cops com sigui necessari, fins aconseguir situar bé totes les arestes: **L' U R U' L U R U'**.



Quan haguem aconseguit col·locar els vèrtex correctament, haurem d'orientar-los per acabar el cub. Per fer-ho haurem de girar el cub fins trobar el cas que observem a la imatge (o similar):



Quan ho haguem fet girarem el cub sencer 90 graus en sentit antihorari (deixant així a la cara esquerra del cub una capa amb els vèrtex mal orientats) i efectuarem aquests moviments fins aconseguir finalitzar el cub:

$R' D R D' R' D R D' U D R' D' R D R' D' R U'$

7. EL PROGRAMA

Per escriure el programa que ens resol el cub de Rubik he escollit fer servir el llenguatge de programació Visual Basic. He triat aquest llenguatge perquè aquest va orientat a programació d'objectes. Altres raons per les quals he escollit aquest llenguatge és perquè és força intuïtiu i no és difícil de programar. A més vaig tenir la sort d'aconseguir la llicència amb facilitat.

La lògica del programa es regeix a partir del sistema de resolució senzill del cub que s'ha explicat anteriorment al treball.

Les eines bàsiques a partir de les quals he determinat els algoritmes del codi, que recullen els moviments que ens permeten resoldre el cub, són principalment sis de diferents:

- **Bucles:** són una eina que ens permet executar un bloc d'instruccions repetidament, escrivint les ordres un sol cop a l'algorisme (o programa), reduint d'aquesta manera l'extensió del codi.

Al programa he fet servir dos tipus diferents de bucles:

- *For:* Aquest bucle és especial perquè tan sols repeteix l'algorisme que conté en el seu interior un nombre de cops (especificat per el programador).

Exemple:

```
For i = 0 To 3
```

```
    (Algoritmes)
```

```
Next
```

- *Do While:* Com indica el seu nom, aquest bucle repeteix l'algorisme que conté els cops que siguin necessaris *mentre* es compleixi la condició que especifica el programador.

Exemple:

Do While (condició)

(Algoritmes)

Loop

- **Funcions lògiques:** Són aquelles funcions que serveixen, de forma general, per comparar. Exemples de funcions lògiques són: "=", "<>" (és el signe contrari a "="), "And", "Or",...

Una funció lògica molt utilitzada al llarg del treball és la funció:

- *If:* Aquesta eina ens permet fer que, arribats a un punt del codi, el programa observi dues o més possibilitats (que determina el programador) i presenti respostes diferents davant de cada possibilitat.

Exemple:

If (condició)

(Algoritmes)

Else If (condició)

(Algoritmes)

Else(condició)

(Algoritmes)

End If

- **Sub Section:** Aquesta eina ens permet agrupar un seguit d'algoritmes en una pestanya, una *subsecció*, que després podem executar escrivint només el nom d'aquesta **Sub** sense haver d'escriure tots els algoritmes que conté cada cop que sigui necessari.

- **Function:** Aquesta eina permet al programador rebre informació d'una part del codi. Es fa servir quan necessitem rebre, generalment, un nombre provinent d'un seguit d'algoritmes. És, literalment, una funció.

8. CONCLUSIONS

El Cub de Rubik és, i crec que mai deixarà de ser per una gran majoria, un misteri meravellós.

Dedicar tantes hores al món d'aquest trencaclosques m'ha fet agafar una estimació especial al cub.

Sí he de fer un balanç de les coses negatives i positives que m'ha comportat fer aquest treball, diria que m'he topat amb força dificultats a l'hora d'escriure el programa. Fins fa pocs mesos, l'ordinador no l'havia utilitzat per res més que per redactar o navegar per internet. La programació era un món totalment desconegut per mi. No conforme amb això, resoldre el cub amb fluïdesa tampoc era una disciplina que dominés, així que la barreja dels dos problemes se'm feia una muntanya abans de començar. Tot i així ara, que he acabat el treball, estic més que satisfet d'haver aconseguit sobrepassar les barreres dels problemes, més conflictius, que se'm van presentar en un principi.

Un altre problema que he tingut, per no trencar la dinàmica tradicional, ha sigut la manca d'organització (en un principi vaig voler portar el treball al dia, tot i que més endavant no ho vaig aconseguir).

Fent aquest treball he descobert, ni que sigui de forma molt superficial, el món de la informàtica que, per cert, no m'ha desagradat en absolut.

En definitiva, com a conclusió global personal, puc afirmar que si hagués disposat de més temps estic segur que m'ho hagués passat molt més bé del que ho he passat mentre feia el treball però també he de dir que la sensació que m'enduc del balanç del treball és positiva.

9. BIBLIOGRAFIA

Webs:

<<http://www.curiosidadesdelaciencia.com/tecnologia/282-1974-dc-erno-rubik-inventor-del-cubo-de-rubik>> [dilluns 23 de desembre del 2013]

<<http://www.rubikaz.com/>> [dimecres 8 de gener del 1014]

< <http://www.fmjoya933.fm/node/38629>> [dilluns 30 de gener del 2013]

Llibres:

WERNECK, Tom. El Cubo Mágico. Barcelona: Ediciones DS (Editors, S.A.), 1991. 160 pàgines.

ANNEX: L'ENQUESTA

En una petita enquesta oberta, que jo mateix vaig realitzar, preguntava el següent:

1. Coneixes el trencaclosques anomenat cub de Rubik?
2. Has intentat resoldre el cub de Rubik algun cop?
3. Has aconseguit resoldre el cub de Rubik algun cop?
4. Coneixes a algú proper a tu que sàpiga resoldre el cub?
5. T'agradaria saber-lo resoldre?
6. Trobes útil una aplicació que et digui els moviments necessaris per resoldre'l?

Els resultats obtinguts van ser els següents:

1. Sí: 100,00% No: 0,00%
2. Sí: 95,18% No: 4,82%
3. Sí: 17,86% No: 82,14%
4. Sí: 91,67% No: 8,33%
5. Sí: 78,57% No: 8,33% Ja el sé resoldre'l: 13,1%
6. Sí: 60,42% No: 39,58%

L'enquesta va ser resposta per 89 persones.

Amb els resultats obtingut observem que les respostes es decanten cap a una banda amb una majoria absoluta i que, per tant, podem veure, d'una forma força correcte, quines són les tendències generals.

ANNEX: EL PROGRAMA

En aquest apartat podem trobar el programa escrit en Visual Basic que he realitzat.

Per raons de comoditat per a l'usuari, que estigui interessat a en copiar i executar el programa en una pàgina de Visual Basic, he penjat a una carpeta de Dropbox anomenada "Annex El Programa" on podreu trobar el codi sencer.

L'enllaç on podeu trobar la carpeta compartida amb el codi és el següent:

<https://www.dropbox.com/sh/f0485ovtlnsfy9/eNwS3Qv0WD>.

(També hi ha un document adjunt en el qual hi apareixen els noms dels moviments generalitzats amb els que el programa ens respon, i el seu significat).