



# TEMPS DE COLORS

---

La relació entre el temps de  
reacció i l'escala cromàtica

USMAN TARIQ  
2N BATXILLERAT CT  
INSTITUT JUAN MANUEL ZAFRA

# ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ .....	3
2. METODOLOGIA DEL TREBALL .....	4
2.1 Càlculs: mida de mostra .....	4
2.2 Selecció de dades (percentatges dona-home) .....	4
2.3 Amb quins colors faré la mostra?.....	5
2.4 Disseny de l'experiment. ....	5
6. RESULTATS .....	7
7. ANÀLISI DE DADES.....	13
7.1 Anàlisi de la gràfica "Tots els colors i edats" .....	17
8. CONCLUSIONS .....	19
8.1 Vies d'expansió.....	20



# 1. INTRODUCCIÓ

En la actualitat, s'ha desenvolupat la consciència sobre com ens influeixen els colors. Ja sigui psíquicament o emocional, els colors que ens envolten en la nostra vida repercuteixen en el nostre estat d'ànim i fins i tot ens acaben influint físicament. En tot això, la cultura té una gran importància (l'ús social dels colors varia d'una cultura a una altra), fent així que hi hagi una gran varietat de percepcions en el món.

La nostra ment processa la informació cromàtica i genera una reacció que pot ser variable depenent dels colors implicats. **Aquest estudi intenta entendre la relació entre la percepció dels colors i l'agilitat mental.**

En aquest context em plantejo diverses preguntes:

- El color dels estímuls lluminosos afecta al temps de reacció d'una persona?
- Hem adaptat la realitat segons els colors que ens beneficien? Anàlisi de la realitat i dels colors.

Tot estudiant el temps que transcorre entre la presentació d'un estímul i l'aparició de la resposta per part d'una persona, em plantejo doncs aquestes hipòtesis:

- Els colors **sí** afecten al temps de reacció.
- Els homes tindran un temps de reacció mitjà **més baix** que les dones.
- El temps de reacció seguirà una **proporcionalitat directa** amb l'edat.
- Els colors **verds i groc** seran els colors en els que la gent reaccionarà abans ja que son colors més vius.
- Els color vermell i el blau seran els colors amb el temps de reacció **més alt**, mentre que el color blanc serà un color amb un temps de reacció **estàndard**, és a dir, entre els colors vius i es colors foscos.



## 2. METODOLOGIA DEL TREBALL

He utilitzat una metodologia quantitativa. He dissenyat un experiment amb una mostra de persones del districte de Sant Martí (Ciutat de Barcelona).

Per calcular la mida de la mostra, primer de tot necessitarem saber la mida de la població resident en Sant Martí, per això vaig obtenir informació de la pàgina oficial de la Generalitat de Catalunya IDESCAT (Institut d'Estadística de Catalunya).

### 2.1 Càlculs: mida de mostra

**-HABITANTS SANT MARTÍ:** 236163 dels quals...

**-Dones:** 122565

**-Homes:** 113598

$$N = 236163 \quad e = \text{marge d'error (percentatge expressat en decimals)} = 7\% \rightarrow 0.07$$
$$z = 1.96 \quad p = 0,5$$

El terme  $p$  és la proporció que esperem trobar. A simple vista és una mica contradictori que per calcular la mida s'utilitzi la proporció que sortirà en el resultat, però en estudis més grans i amb una població uniforme, s'empra per reduir la mida de mostra. En el meu cas, però, com que es desconeix completament el que em puc esperar, la opció més prudent seria utilitzar la variable  $p$  com a  $p = 50\%$ , és a dir, puc trobar-me un resultat o un altre amb la mateixa probabilitat.

Com que el nivell de confiança emprat és del 95%,  $z = 1.96$  segons la taula mostrada anteriorment

$$\text{Mida de la mostra} = 2 \frac{\frac{z^2 \cdot p (1 - p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \cdot p (1 - p)}{e^2 \cdot N} \right)}$$

$$\text{Mida de la mostra} = \frac{1,96^2 \cdot \frac{1}{2} (1 - \frac{1}{2})}{0.07^2} \approx 196 \text{ persones}$$
$$1 + \left( \frac{1,96^2 \cdot \frac{1}{2} (1 - \frac{1}{2})}{0.07^2 \cdot 236163} \right)$$

### 2.2 Selecció de dades (percentatges dona-home)

**-HOMES:** 113.598 homes residents al districte de Sant Martí.

Per calcular a quants homes i dones he de preguntar aproximadament, hem de saber la relació homes o dones-població total. Abstractament podríem dir que primer hem de calcular la quantitat d'homes o dones per 1 habitant resident en el districte. Al tenir això calculat només hauríem de multiplicar-ho per la mida de mostra calculada anteriorment.

$$\text{HOMES} = \frac{n^{\circ} \text{homes} \cdot \text{mida de la mostra}}{\text{Població total}} = \frac{113598 \cdot 196}{236163} \approx 94 \text{ homes}$$

**Si he de preguntar a homes dintre de quatre intervals d'edat:**

Interval 1: (12 anys - 25 anys)    Interval 2: 26 anys – 35 anys)

Interval 3: (36 anys – 50 anys)    Interval 4: ( > 50 anys)

$$\text{Homes (per intervals)} = \frac{94}{4} \approx 24 \text{ homes per interval}$$

-**DONES:** 122.565 residents al districte de Sant Martí.

$$\text{DONES} = \frac{n^{\circ} \text{ dones} \cdot \text{mida de la mostra}}{\text{Població total}} = \frac{122565 \cdot 196}{236163} = 102 \text{ dones}$$

**Si he de preguntar a dones dintre de quatre intervals d'edat:**

Interval 1: (12 anys - 25 anys)    Interval 2: 26 anys – 35 anys)

Interval 3: (36 anys – 50 anys)    Interval 4: ( > 50 anys)

$$\text{Dones (per intervals)} = \frac{102}{4} \approx 26 \text{ dones per interval}$$

## 2.3 Amb quins colors faré la mostra?

Els colors que empraré per fer la prova seran els 5 colors bàsics: blanc, groc, vermell, blau i verd. Per escollir i aconseguir aquests colors he utilitzat el format RGB. Aquest format fa referència a la composició del color en relació a les intensitats dels colors primaris amb què es forma: del vermell (“red”), del verd (“green”) i del blau (“blue”). Els colors es representen en un format de coordenades (xxx - xxx - xxx) → (vermell - verd - blau).

Aquests són els colors que he emprat en format RGB:

-Vermell (255-000-000), Blau (034-113-179), Verd (036-231-017),

Groc (255-255-000), Blanc (255-255-255)

## 2.4 Disseny de l'experiment.

El voluntari interactuarà amb un programa que li donarà un estímul (color) que apareixerà aleatòriament i l'usuari haurà de clicar un botó el més ràpidament possible. El temps entre que apareix el color i es clica es mesurarà mitjançant un cronòmetre molt precís. Aquest procés es farà tres vegades per cada color, per tant quinze vegades en total per tal de reduir l'error. Inicialment ho vaig intentar amb cinc intents per cada color, però es tardava massa en fer la prova, i també es perjudicava la concentració dels voluntaris. Degut a això, es va canviar a 3 intents.

Amb els tres intents es farà automàticament una mitjana en cada color. Les proves es faran presencialment davant meu per tal d'assegurar-me de que no hi hagin errors ni que ningú que tingui una discromatòpsia<sup>1</sup> o que no resideixi en el districte de Sant Martí faci la prova.

Vaig triar fer el programa amb Unity, un “motor de videojoc”. Es tracta d'un motor de desenvolupament per a la creació de jocs i continguts 3D interactius creat per Unity Technologies, que ofereix innumbrables funcionalitats per facilitar el desenvolupament de videojocs.

Per qualsevol persona que vulgui fer la prova, pot entrar a aquesta pàgina web i fer-la:

<https://gimlitan.itch.io/colors-i-temps-de-reaccio>

Pel que fa al llenguatge de programació, hem utilitzat el llenguatge desenvolupat per empresa multinacional informàtica Microsoft anomenat C#. Els trets principals de Java i C# són bastant anàlegs, i d'aquests en deriven altres llenguatges més populars com el C o el C++. Així doncs, cal destacar que C# és un llenguatge de programació orientat a objectes.

Després d'haver fet la prova a exactament 196 persones residents al districte de Sant Martí, com estava planificat inicialment segons la mida de la mostra, es va procedir a fer a l'anàlisi




Fig. 1: Els colors primaris i secundaris

Font: <https://bit.ly/2IFxdhB>

<sup>1</sup> Malaltia congènita que es caracteritza per la incapacitat de percebre un o dos colors, també anomenada “daltonisme”.

de les dades. Cal indicar que no es van obtenir les persones per intervals exactament, sinó que es va intentar aproximar als números desitjats.

	De 12 a 25 anys	De 26 a 35 anys	36 a 50 anys	Més de 50 anys	Totes les edats
Homes	29	27	25	13	94
Dones	35	24	21	22	102
Homes i dones	64	48	46	35	196

**Taula. 1:** Quantitat de respostes obtingudes

**Font:** Pròpia

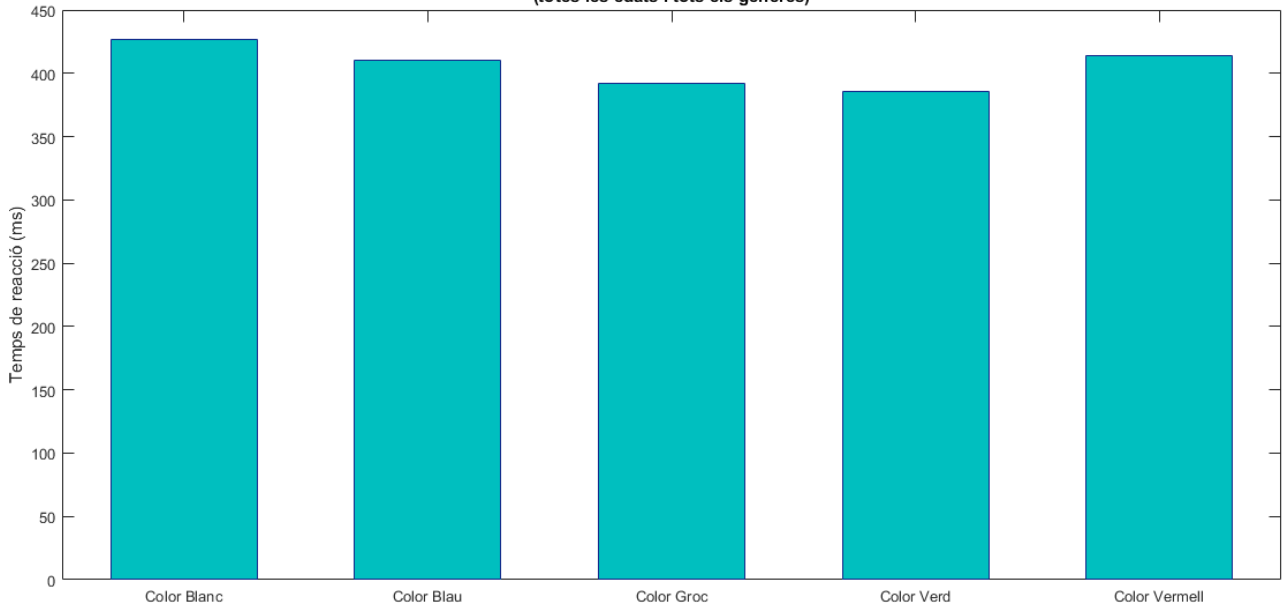
Per analitzar totes les dades, vaig emprar dos programes, un és el conegut “Microsoft Excel” i l’altre és el “R2015b MATLAB”. Vaig emprar el “Microsoft Excel” per organitzar mínimament totes les dades en cru, i seguidament, mitjançant un codi en “MATLAB” vaig crear, personalitzar i polir les gràfiques finals.

Cal indicar que una gran quantitat de respostes es van obtenir en biblioteques de Barcelona, majoritàriament en la biblioteca de la Sagrada Família. Òbviament obtenint el permís previ de la directora per tal de poder fer la prova dintre del recinte de la biblioteca. L’altre part de les respostes es van aconseguir en l’institut Juan Manuel Zafra (les respostes majoritàriament corresponen a l’interval de 12 a 25 anys).

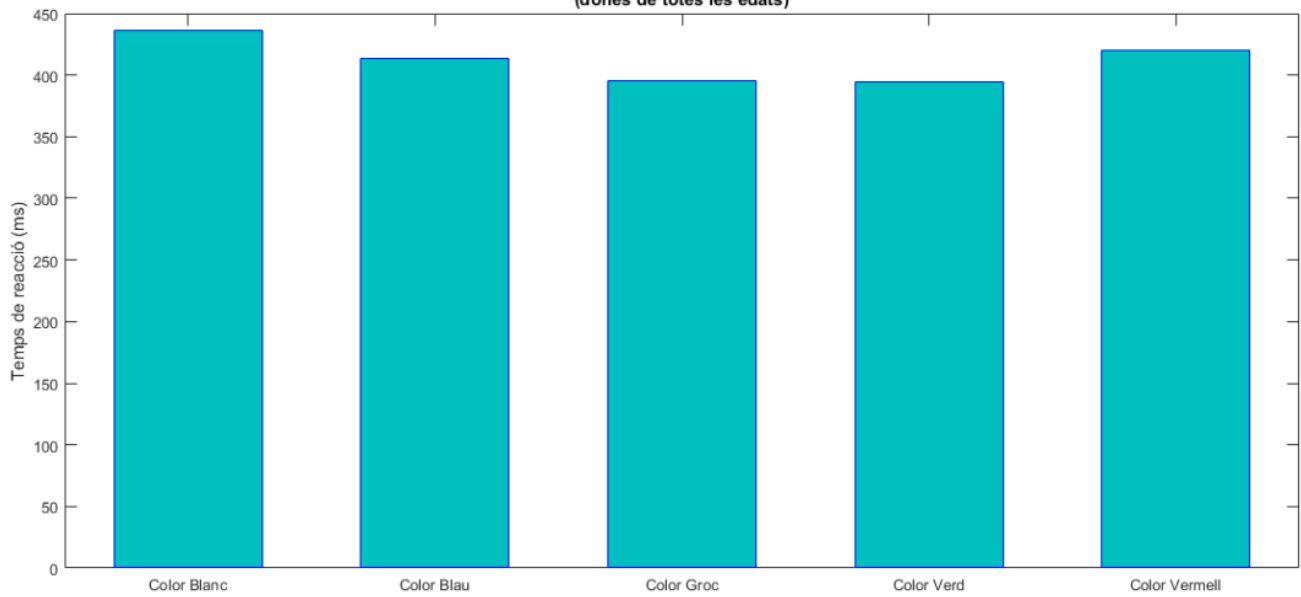


# 6. RESULTATS

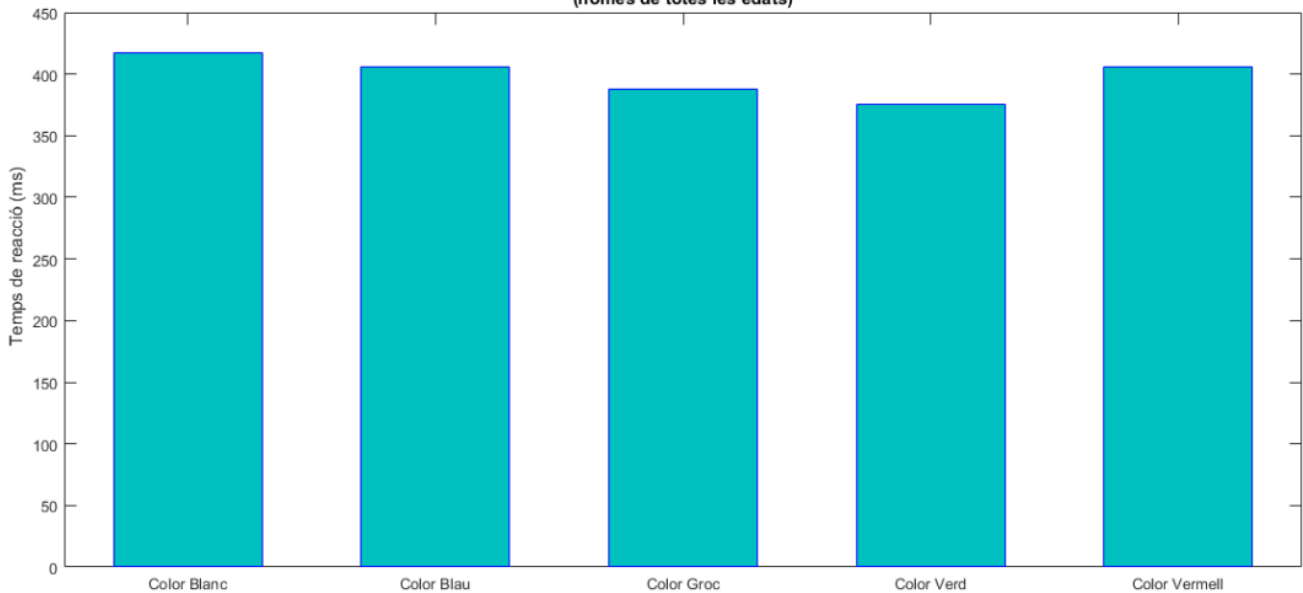
RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS  
(totes les edats i tots els gèneres)



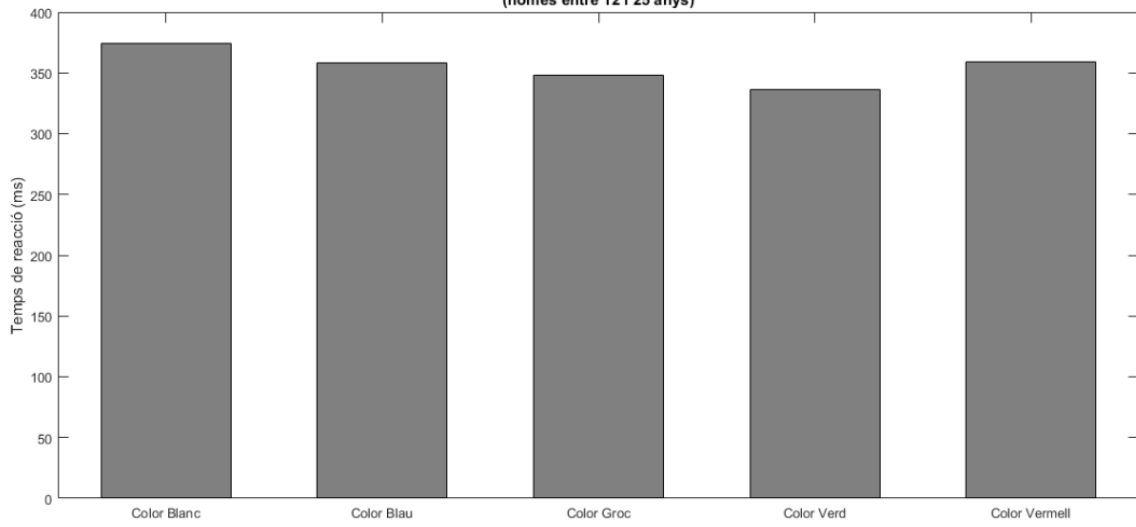
RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS  
(dones de totes les edats)



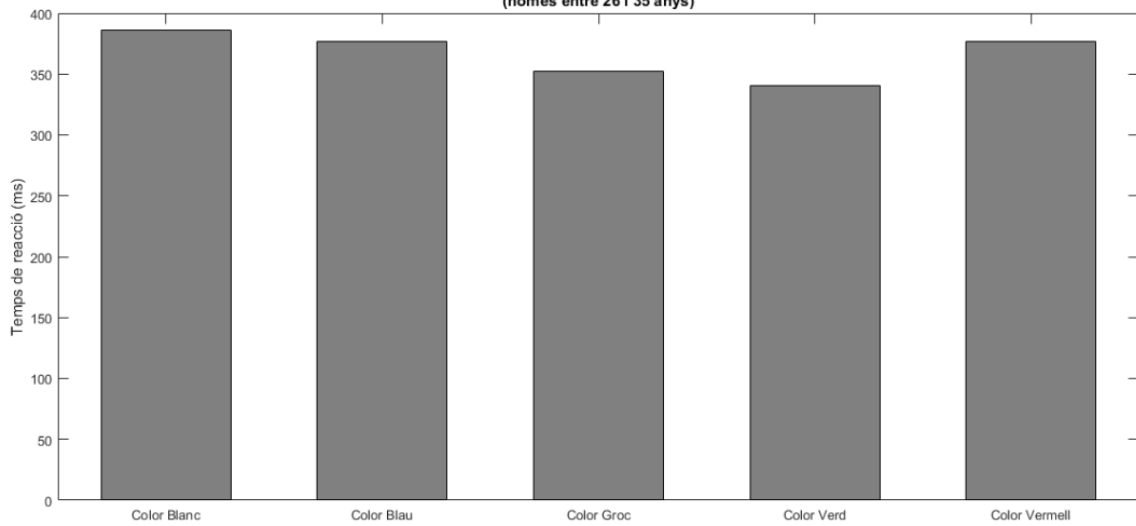
RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS  
(homes de totes les edats)



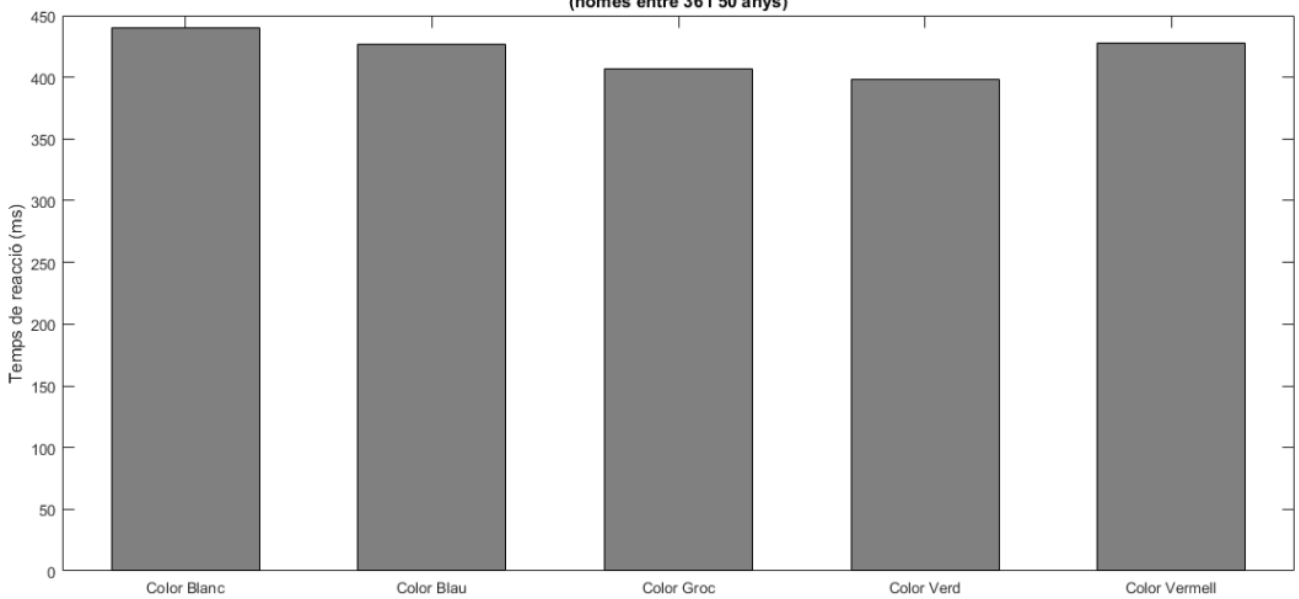
**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(homes entre 12 i 25 anys)



**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(homes entre 26 i 35 anys)

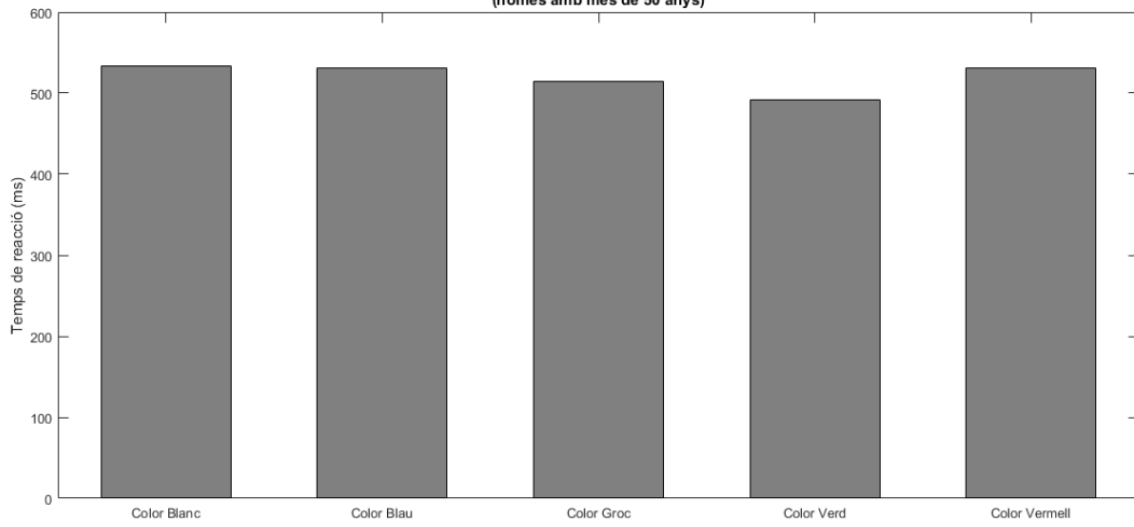


**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(homes entre 36 i 50 anys)

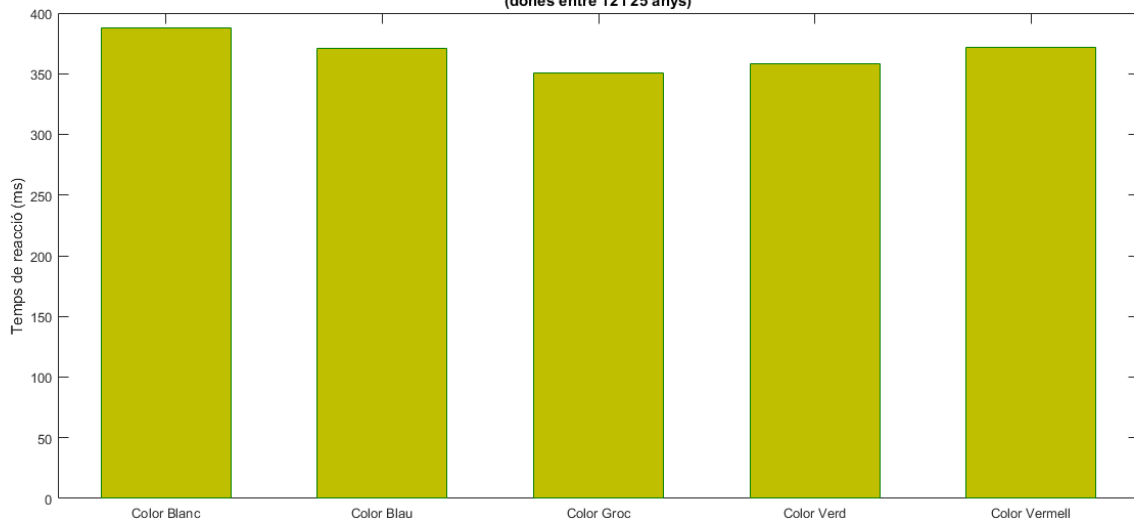




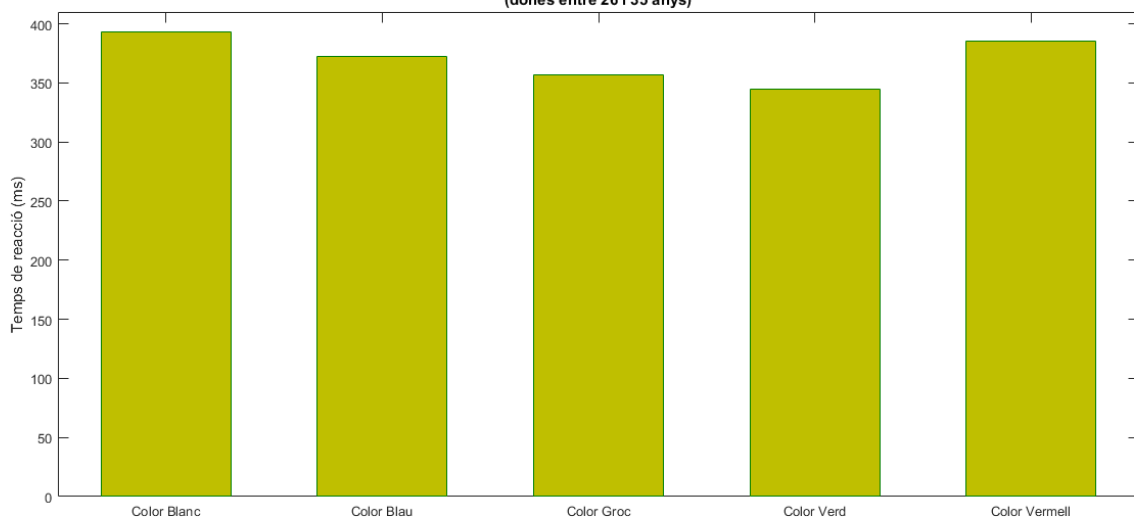
**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(homes amb més de 50 anys)



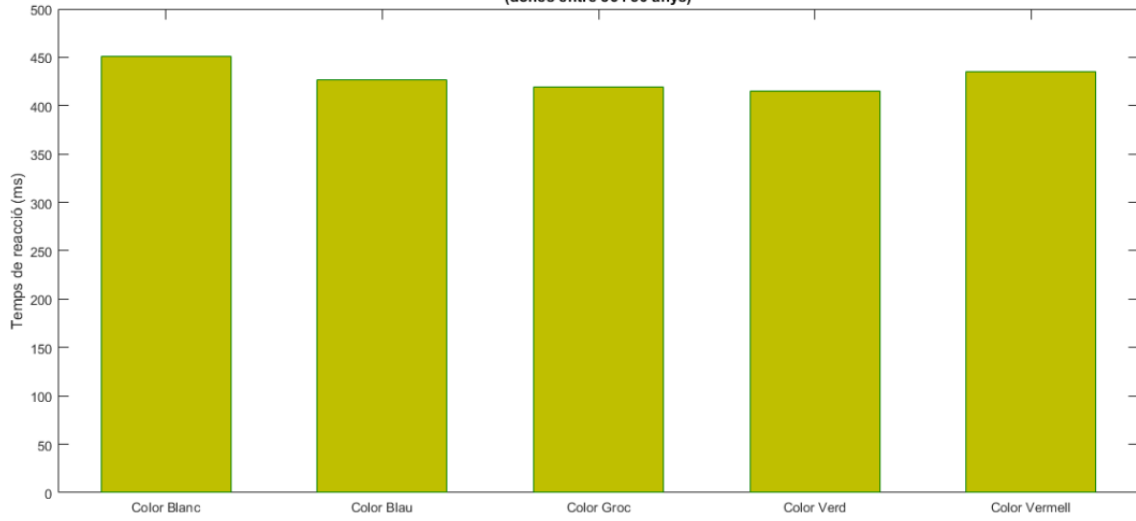
**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(dones entre 12 i 25 anys)



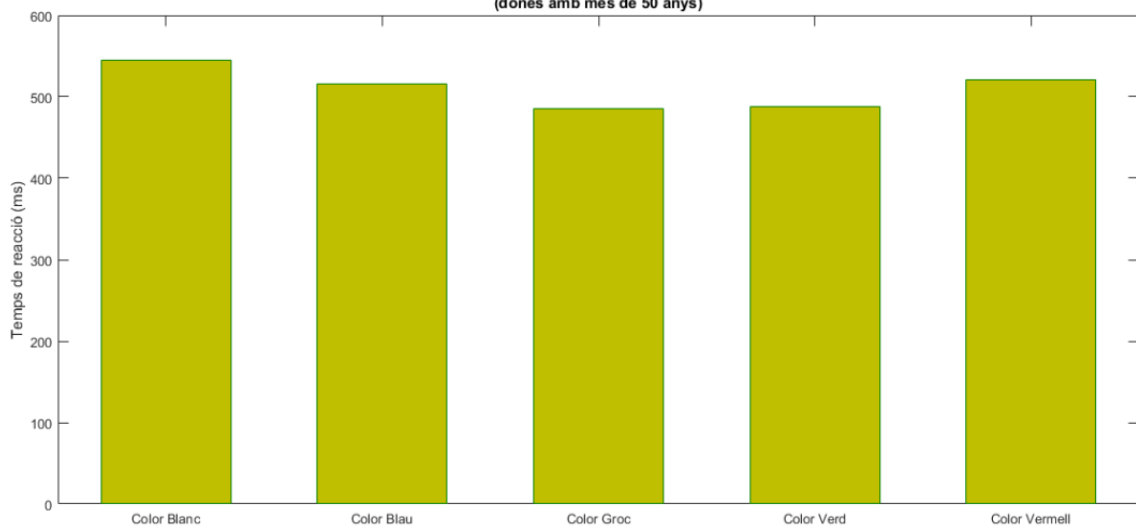
**RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS**  
(dones entre 26 i 35 anys)



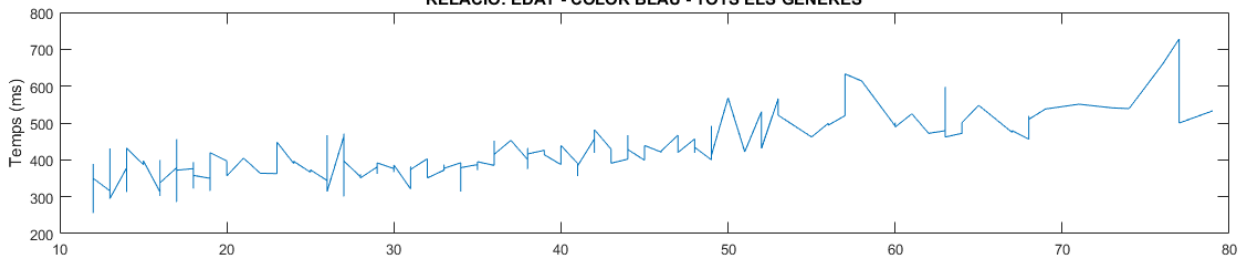
RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS  
(dones entre 36 i 50 anys)



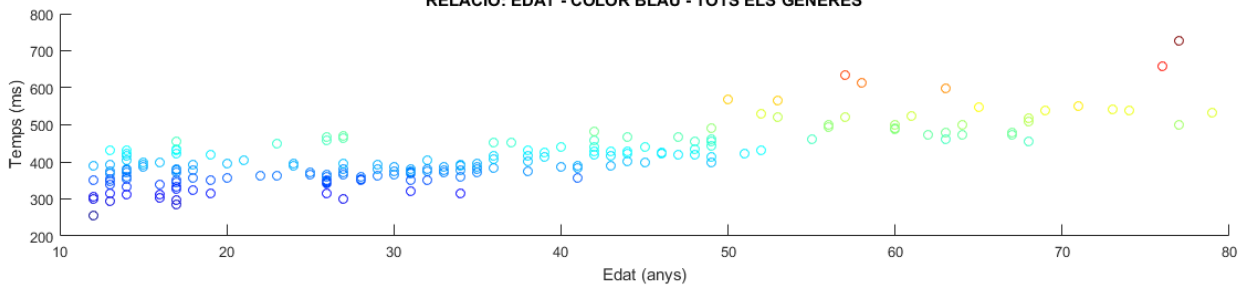
RELACIÓ ENTRE EL TEMPS DE REACCIÓ I ELS COLORS  
(dones amb més de 50 anys)



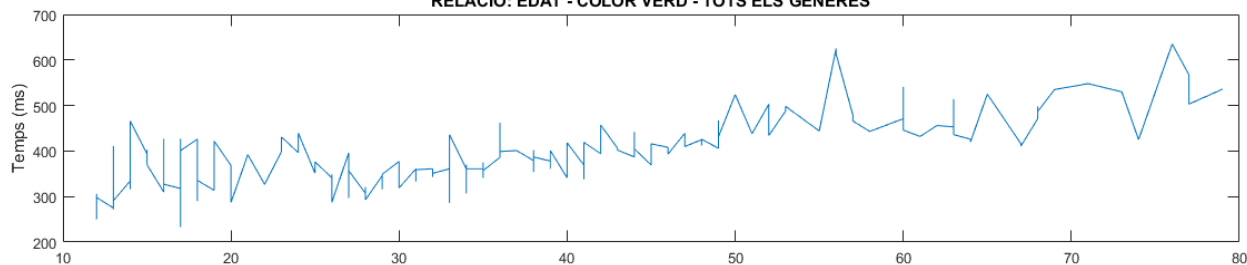
RELACIÓ: EDAT - COLOR BLAU - TOTS ELS GÈNERES

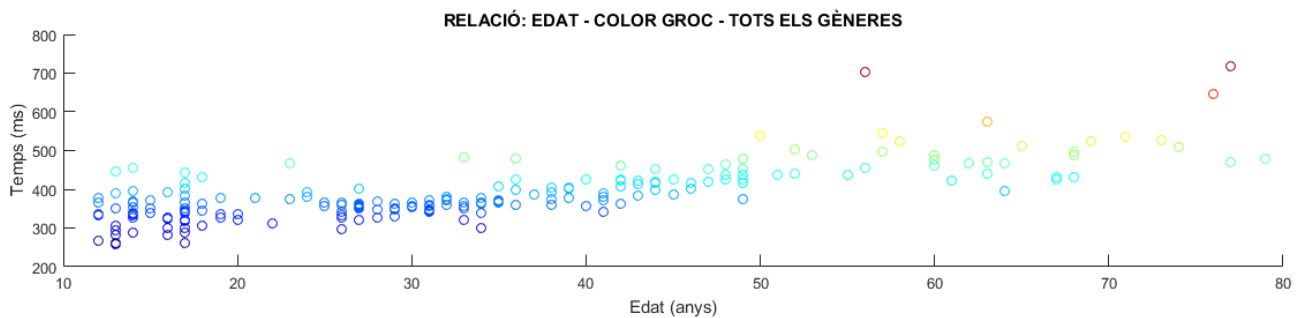
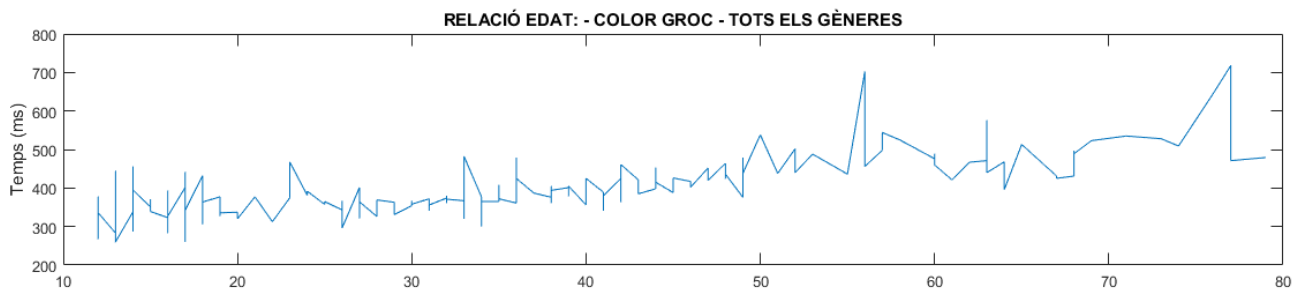


RELACIÓ: EDAT - COLOR BLAU - TOTS ELS GÈNERES

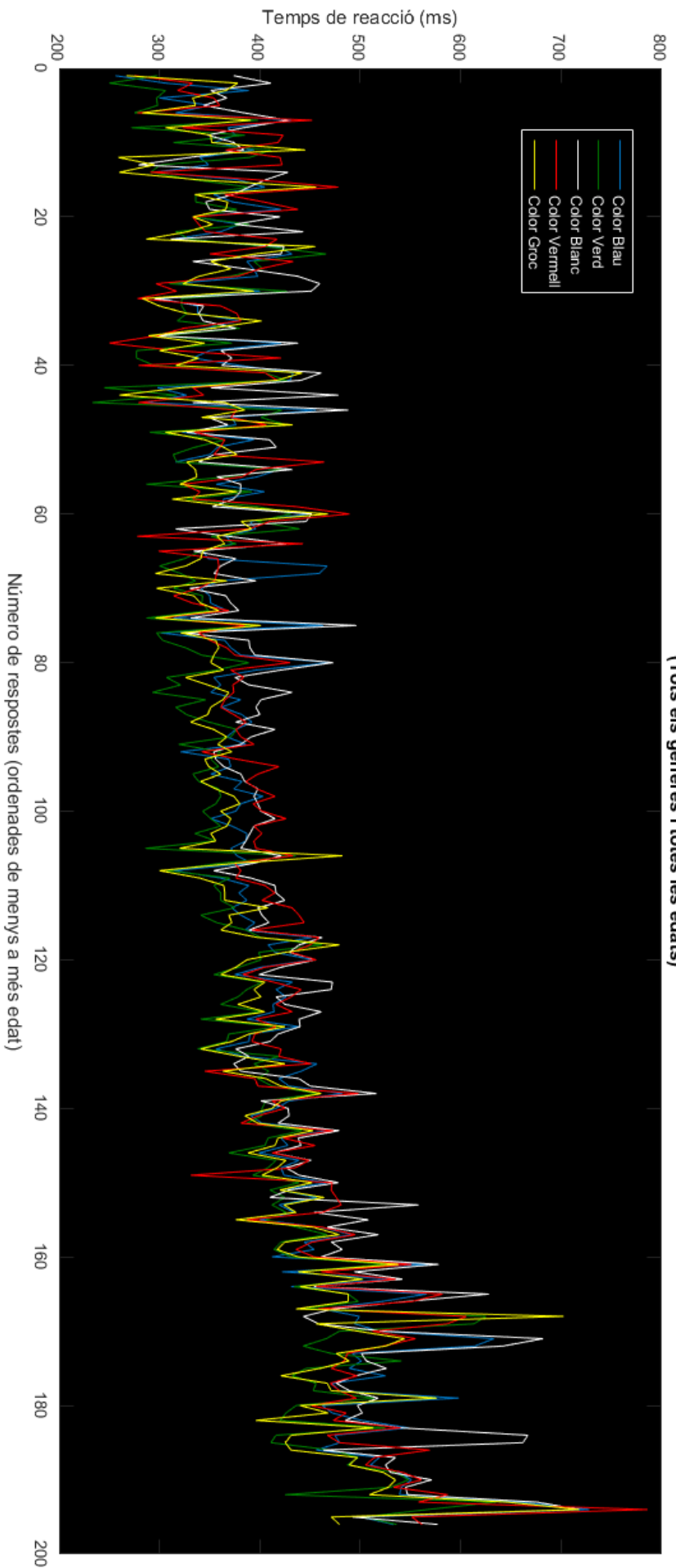


RELACIÓ: EDAT - COLOR VERD - TOTS ELS GÈNERES





**RELACIÓ DE TOTS ELS COLORES SEGONS LA EDAT**  
(Tots els gèneres i totes les edats)



## 7. ANÀLISI DE DADES

Generalment, al observar totes les gràfiques de barres, podem treure una conclusió indubtable, el color blanc és el color amb el temps de reacció més alt en absolutament totes les gràfiques, mentre que el color verd és el color que majoritàriament ha sigut el que ha obtingut el temps de reacció més baix, però hi ha hagut diverses excepcions que comentaré amb més detall en els següents apartats. El color groc ha sigut el segon color amb el temps de reacció més baix. Una altra conclusió que podem extreure de la **gràfica 1**, és que els colors blau i vermell tenen una diferència de temps de reacció molt baixa, és a dir, la gent reaccionava quasi amb el mateix temps al color blau que al color vermell.

Al endinsar-nos en l'apartat del gènere masculí, podem observar clarament com el color verd ha sigut constantment el color amb el temps de reacció més baix, el color blanc el color amb el temps de reacció més alt i el color groc el segon color amb el temps de reacció més baix. Però quan observem els colors blau i vermell, notem que la diferència entre ells és mínima (amb l'excepció dels homes entre 12 i 25 anys en la que la diferència augmenta a 15,71 ms).

	BLANC (ms)	BLAU (ms)	GROC (ms)	VERD (ms)	VERMELL (ms)
12 a 25 anys	383,77	378,46	348,37	336,94	362,74
26 a 35 anys	386,30	376,89	352,11	340,63	376,70
36 a 50 anys	439,56	426,72	406,40	398,60	427,28
més de 50 anys	533,38	531,46	514,38	491,15	531,31
Tots els homes	420,03	412,00	387,84	375,72	407,23

**Taula. 2:** Taula amb els resultats del gènere masculí

Font: Pròpia

Per altra banda, al observar tots els resultats obtinguts en l'apartat del gènere femení, els estudiaré comparant-los amb els del gènere masculí. Per un costat, com podem veure, al igual que el gènere masculí, el color blanc és de nou el color amb el temps de reacció més alt. Per d'altra banda, una diferència clara que es pot veure a simple vista és que la variació mínima de la qual parlàvem entre el color blau i vermell en l'apartat masculí, es completament l'oposada en aquest cas: en el gènere femení hi ha una gran diferència (variació) en el temps de reacció entre el color blau i vermell.

Un altre apartat en el que fa falta aprofundir, és com el color verd ja no és el color amb el temps de reacció més alt en tots els intervals, sinó que en alguns intervals, el color groc és el color amb el temps de reacció més baix.

També és interessant com la diferència de temps de reacció entre el primer i el segon color amb el temps de reacció més baix, va disminuint segons l'edat (de menor a major), fent així que les persones amb més de cinquanta anys, aquesta diferència disminueix fins a 1,74 ms (0,00174 segons).

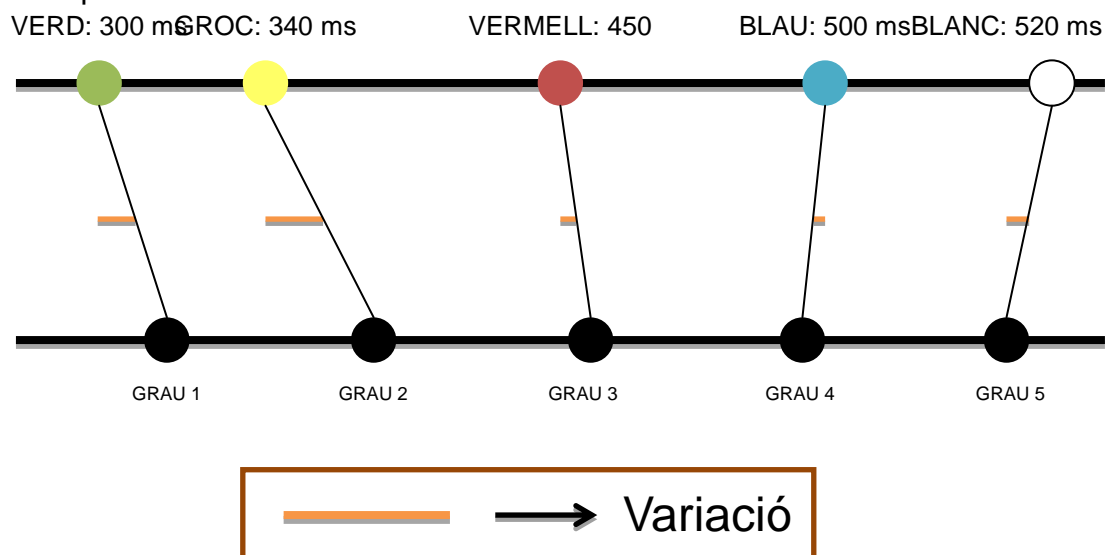


	BLANC (ms)	BLAU (ms)	GROC (ms)	VERD (ms)	VERMELL (ms)
12 a 25 anys	413,58	390,23	354,76	366,05	394,97
26 a 35 anys	393,14	374,92	356,67	344,62	385,01
36 a 50 anys	450,48	427,52	419,33	415,13	435,55
més de 50 anys	540,66	508,06	485,91	487,65	521,18
Totes les dones	443,78	419,72	396,79	397,34	428,20

**Taula. 3:** Taula amb els resultats del gènere femení

Font: Pròpia

Per últim, per il·lustrar d'una manera més clara tots els resultats obtinguts en aquest treball, he optat per a la creació d'un grau per saber a simple vista quin és el color amb el temps de reacció més baix i quin és el més alt en cada interval. Cal tenir en compte que aquesta taula només és orientativa perquè s'entenguin els resultats. Matemàticament i estadísticament es podria considerar NO CORRECTE ja que per exemple: en l'interval masculí d'entre 12 i 25 anys, el temps de reacció mitjà del color groc és d'uns 300 ms mentre que el del color verd és de 300,001 ms. Segons el grau, el color groc obtindria el número 1 mentre que el color verd el número 2, en altres paraules, el grau no indica la diferència en ms entre un color i un altre, cosa que no il·lustra perfectament els resultats.



**Fig. 20:** Explicació GRAU-COLORS

Font: Pròpia



	COLOR BLANC	COLOR BLAU	COLOR GROC	COLOR VERD	COLOR VERMELL
Totes les edats i tots els gèneres	5	3	2	1	4
Homes de totes les edats	5	4	2	1	3
Dones de totes les edats	5	3	1	2	4
Homes entre 12 i 25 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 26 i 35 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Homes entre + 50 anys	5	4	2	1	3
Dones entre 12 i 25 anys	5	3	1	2	4
Dones entre 26 i 35 anys	5	3	2	1	4
Dones entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Dones entre + 50 anys	5	3	1	2	4

**Taula. 5:** Grau segons els colors i interval. 1 Més ràpid a 5 més lent.

**Font:** Pròpia

La primera cosa que vaig fer va ser fer la mitjana dels números (assignats segons els graus) per veure com canviava la variabilitat segons els colors i segons el gènere.

Així doncs, tenint els resultats segons el grau de tots els homes i dones de totes les edats, sabia des d'un principi els resultats que m'haurien de sortir fent la mitjana dels intervals de tot els colors. Aquests van ser els resultats:



	COLOR BLANC	COLOR BLAU	COLOR GROC	COLOR VERD	COLOR VERMELL
Homes entre 12 i 25 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 26 i 35 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Homes entre + 50 anys	5	4	2	1	3

<b>MITJANA:</b>	5	3,75	2	1	3,25
-----------------	---	------	---	---	------



VARIABILITAT DE 0,25



Homes de totes les edats	5	4	2	1	3
--------------------------	---	---	---	---	---

**Taula.6** : Variabilitat en homes

Font: Pròpia

	COLOR BLANC	COLOR BLAU	COLOR GROC	COLOR VERD	COLOR VERMELL
Dones entre 12 i 25 anys	5	3	1	2	4
Dones entre 26 i 35 anys	5	3	2	1	4
Dones entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Dones entre + 50 anys	5	3	1	2	4

<b>MITJANA:</b>	5	3	1,5	1,5	4
-----------------	---	---	-----	-----	---

VARIABILITAT DE 0,5



Dones de totes les edats	5	3	1	2	4
--------------------------	---	---	---	---	---

**Taula.7** : Variabilitat en dones

Font: Pròpia

Com podem veure, la variabilitat entre els colors segons el gènere i els colors és diferent. La conclusió que podem extreure d'aquestes gràfiques després de veure tots els resultats un per un i comparant-los amb les taules, és que aquesta variació és deguda als pics més alts i els pics més baixos; la diferència entre la persona amb el temps de reacció més alt i la persona amb el temps de reacció més baix és molt gran.

Anant més enllà, podem afirmar que en les dones, els resultats han sigut més variats i distants uns dels altres en els colors verd i groc mentre que en els homes, els resultats han sigut menys variats, és a dir, amb menys variabilitat entre ells en els colors vermell i blau. Vist això, és curiós com en el cas dels homes els colors que sempre mantenen un grau són els colors verd i



groc, mentre que en les dones son els colors blau i vermell, el color blanc però, sempre s'ha mantingut en el mateix grau. Des d'aquesta perspectiva, vaig fer la taula de tots els gèneres per veure la variabilitat total.

	COLOR BLANC	COLOR BLAU	COLOR GROC	COLOR VERD	COLOR VERMELL
Homes entre 12 i 25 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 26 i 35 anys	5	4	2	1	3
Homes entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Homes entre + 50 anys	5	4	2	1	3
Dones entre 12 i 25 anys	5	3	1	2	4
Dones entre 26 i 35 anys	5	3	2	1	4
Dones entre 36 i 50 anys	5	3	2	1	4
Dones entre + 50 anys	5	3	1	2	4
<b>MITJANA:</b>	<b>5</b>	<b>3,375</b>	<b>1,75</b>	<b>1,25</b>	<b>3,625</b>
		VARIABILITAT DE 0,375		VARIABILITAT DE 0,25	
<b>RESULTATS OBTINGUTS:</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Taula. 8: Variabilitat en tots els gèneres  
Font: Pròpia

Com podem observar en la **taula 8**, ens mostra la variància total amb tots els gèneres. Partint d'aquí, podem observar que les variabilitats són menors que en els casos dels dos gèneres per separat, ja que fa la mitjana entre els pics dels homes i els pics de les dones. En el color blanc, no hi ha cap variància, ja que sempre s'ha mantingut amb el número 1, el color blau i vermell té una variació segons el grau de 0,375, el color groc i verd de 0,25.

## 7.1 Anàlisi de la gràfica "Tots els colors i edats".

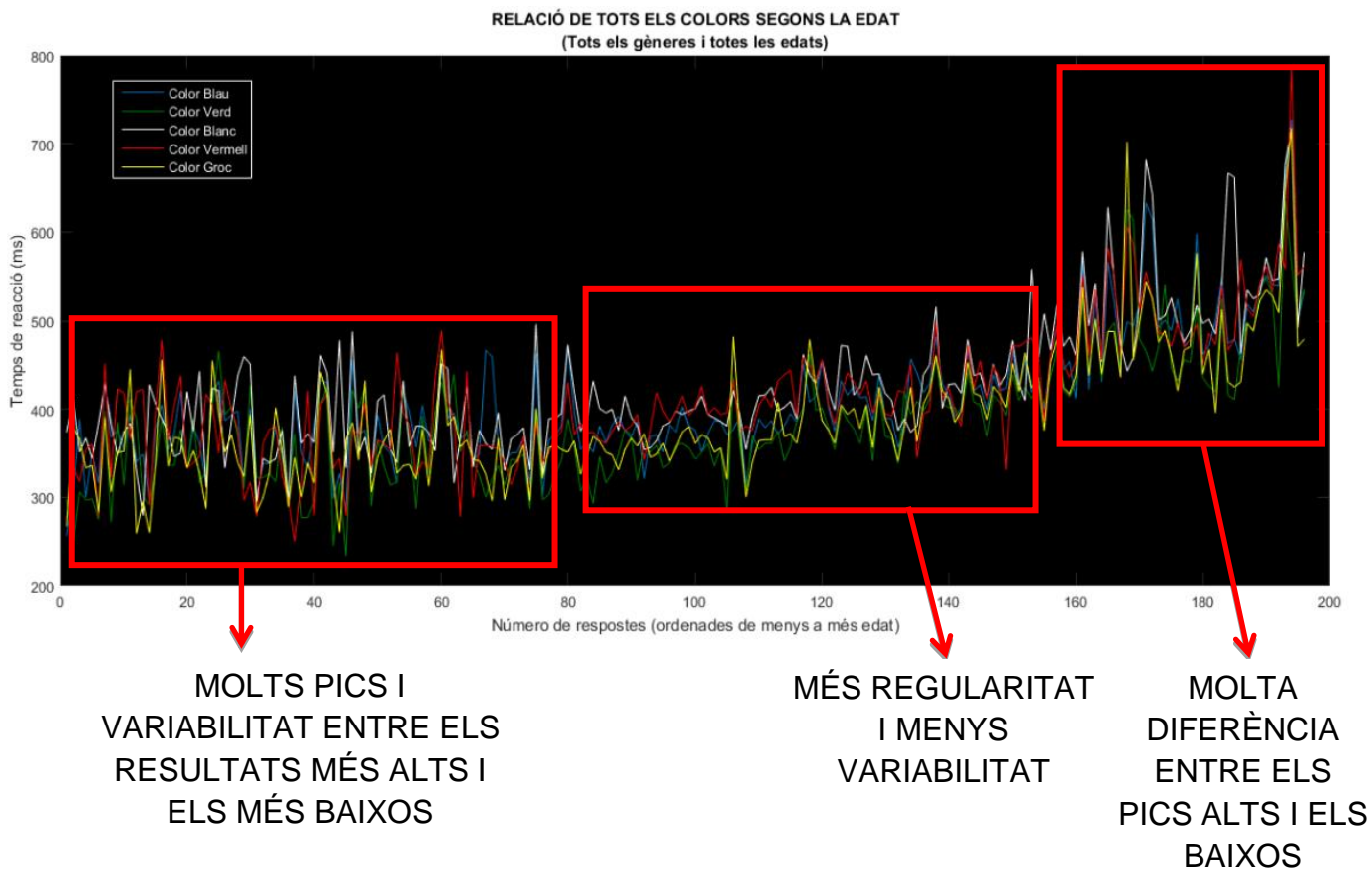
Aquesta gràfica es tracta d'un gràfic de línia, en el qual s'expressen absolutament tots els resultats obtinguts en aquest treball. En un primer cop d'ull podem veure que es tracta de cinc gràfics de línia superposats un a sobre de l'altre, cadascun d'aquestes línies representa els resultats obtinguts en els cinc colors escollits en l'estudi (blanc, blau, groc, verd i vermell). En l'eix X es representen el número total de respostes que s'han obtingut en el treball ordenades de menys a més edat, aquestes respostes estan compreses entre 12 (X=1) i 77 (X=196) anys.

A simple vista, podem observar com en la part central de la gràfica, és a dir, la gent adulta, observem com els pics més alts i els més baixos son relativament propers segons l'eix Y, mentre que en la gent gran i els joves hi ha molta distància entre els pics baixos i els alts. Aquest resultat



es podria relacionar amb el desenvolupament infantil mentre que els resultats més alts es poden relacionar amb el deteriorament del sistema visual i cognitiu de la gent gran.

En conclusió, en aquesta gràfica es veu com segons l'edat va augmentant, el temps de reacció també augmenta, sobretot es dona un gran augment al passar la barrera dels 40-50 anys.



## 8. CONCLUSIONS

Mitjançant tot el procés de recopilació de les dades, creació del programari i tot el procés de recerca, he pogut respondre a totes les preguntes plantejades inicialment i assolir els meus objectius.

Basant-me en els resultats obtinguts i contestant a les hipòtesis, he pogut constatar que:

- El color dels estímuls lluminosos **SÍ** que afecten al temps de reacció d'una persona.
- Els colors **verds i groc** **SÍ** que han sigut els colors amb el temps de reacció més baix.
- Com era de preveure, la gent adulta té un temps de reacció més alt i la gent jove un temps de reacció més baix.
- Els homes tenen un temps de reacció inferior que les dones.
- El color blanc és el color amb el temps de reacció més alt, seguit del color vermell i blau i amb el temps més baix els colors groc i verd.

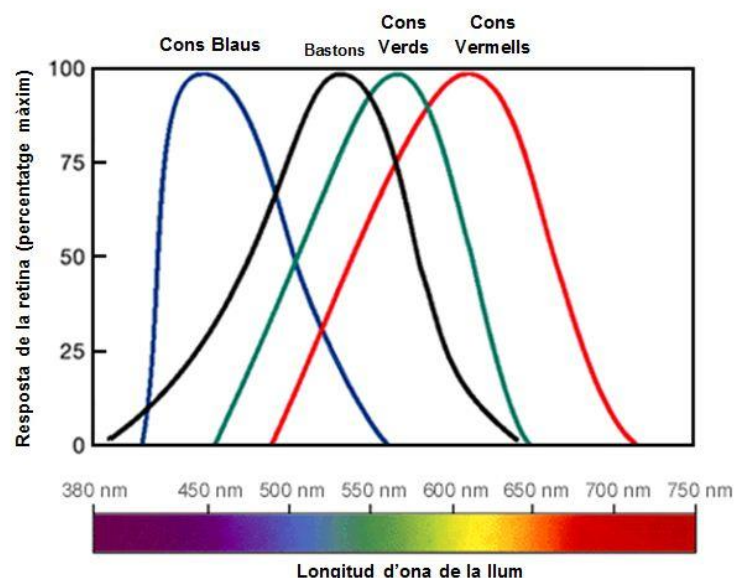
En primer lloc, una pregunta important que em vaig plantejar al principi del treball va ser si l'ésser humà ha adaptat la realitat segons l'estudi dels colors i el temps de reacció. Per respondre aquesta pregunta podem veure clarament un exemple: el color dels cotxes.

“El estudio anual realizado por Axalta Coating Systems, ha presentado qué colores son los más comunes entre los automovilistas. Estos son los más comunes en todo el mundo durante el año 2017.” (La Vanguardia, 16/04/2018).

- |                 |                |                  |               |              |
|-----------------|----------------|------------------|---------------|--------------|
| 1. Blanco (39%) | 2. Negro (16%) | 3. Plata (11%)   | 4. Gris (11%) | 5. Azul (7%) |
| 6. Rojo (6%)    | 7. Beige (5%)  | 8. Amarillo (3%) | 9. Verde (1%) |              |

Com podem observar en el fragment, els colors que tenen més demanda, i conseqüentment més producció, són rotundament el contrari dels resultats obtinguts en aquest treball. El que significa això és que reaccionaries abans a un cotxe de color verd o groc que a un blanc, fet el qual pot salvar la vida de moltes persones, perquè encara que la diferencia entre un color i altre és de milisegons, aquesta petita variació de temps pot significar la diferencia entre una contusió o un os trencat, i en el cas més greu (com un cop al cap), la diferencia entre la vida i la mort.

En segon lloc, un altre tòpic en el que volia aprofundir era recolzar els resultats finals amb coneixements previs. Segons els resultats obtinguts en el meu treball, puc afirmar raonadament que tenen relació amb el percentatge de cèl·lules fotoreceptores. Segons la Fig.3 podem observar com la longitud d'ona en el color groc i en el color verd, s'activen al 90 % els cons vermells i al 90% els cons verds, el que significa que quan més cèl·lules fotoreceptores, més ràpid es percep la informació, el mateix passa amb el color verd. Mentre que en el color vermell podem observar segons la longitud d'ona com el color vermell, només s'activen els cons vermells i la resposta ni tan sols arriba al 90%, el mateix passa en el color blau.

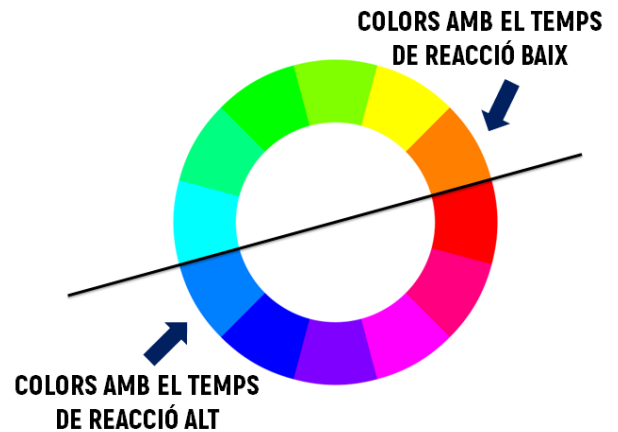


**Fig. 3:** Resposta de la retina (en percentatge màxim) segons la longitud d'ona i els fotoreceptors.

Font: <https://bit.ly/332LBlN> Traducció: Pròpia

En definitiva, la resposta en percentatge de les cèl·lules fotoreceptores en el nostre sistema visual corrobora als resultats obtinguts en aquest estudi.

Hem vist la relació entre els resultats i la longitud d'ona lumínica, però també es pot demostrar una relació entre els colors reals i els resultats. Si ens anem a l'apartat dels colors, podem observar com aquests en els resultats es divideixen en dos apartats, dos colors amb el temps de reacció més baix (verd i groc) i dos colors amb el temps de reacció més alt (verd i vermell). Tenint això en compte, si observem l'escala cromàtica [Fig.7], es veu clarament com en una meitat es situen els colors amb el temps de reacció més alt mentre que a l'altra meitat es situen els colors amb el temps de reacció més baix. Així doncs, podem establir una relació entre la escala cromàtica i el temps de reacció. Òbviament, hi ha altres colors en els que no he pogut fer la prova apart dels colors primaris, però tenint en compte la Fig.3 que he comentat en



**Fig. 22:** Relació entre l'escala cromàtica i el temps de reacció  
**Font:** Pròpia

l'apartat anterior i sabent que els colors en els que no he fet la prova són mesclades dels colors primaris (en els que sí he fet la prova), els resultats dels colors no primaris han de ser proporcionals a la quantitat de la mescla d'aquests, degut a la relació entre l'activació de les cèl·lules fotoreceptores del sistema visual i els colors primaris, sempre que es mantingui la mateixa escala de valor, saturació i lluminositat que els colors primaris.

Per últim punt, valoro moltíssim la realització d'aquest treball ja que m'ha permès realment indagar en coneixements tant diversos com rics a la vegada. Durant aquest procés he après més que qualsevol altre treball fet per mi fins ara: programes com Scratch, Brackets, MATLAB, Unity, Blender, VisualStudio, Adobe Illustrator, llenguatges de programació com C+, Javascript, HTML (aquest tècnicament no és un llenguatge de programació sinó un d'escriptura només), CSS, el llenguatge propi de MATLAB, o pàgines web com itch.io i etcètera.

## 8.1 Vies d'expansió

Des d'un principi d'aquesta recerca la vaig plantejar com un projecte ambiciós que pretenia analitzar un tòpic amb moltíssimes variables i difícil d'abarcara acuradament, així que en cap moment vaig tancar les portes a altres vies d'investigació sobre aquest tema, és a dir, m'agradaria que algú altre amb més recursos, pugui arribar a fer aquesta recerca controlant totes les variables que jo no he pogut.

Algunes de les idees que vaig tenir van ser:

- Controlar totes les variables, fent que totes les persones facin la prova amb les mateixes condicions, estat de salut del sistema visual i sense cap discromatòpsia no diagnosticada. Eventualment, fins i tot, arribar a crear un altre mètode per mesurar el temps de reacció més eficaç.
- Dissenyar un altre programari amb les mateixes bases que el que s'ha creat en aquest treball de recerca (tot el codi emprat està en els annexos) però que sigui més intuïtiu que el meu, ja que sincerament crec que el meu no n'era d'intuïtiu. (justificació d'això)
- Expandir l'experiment amb altres districtes més enllà de St. Martí, i fins i tot portar-ho a terme a una escala encara més gran i amb menys marge d'error.

