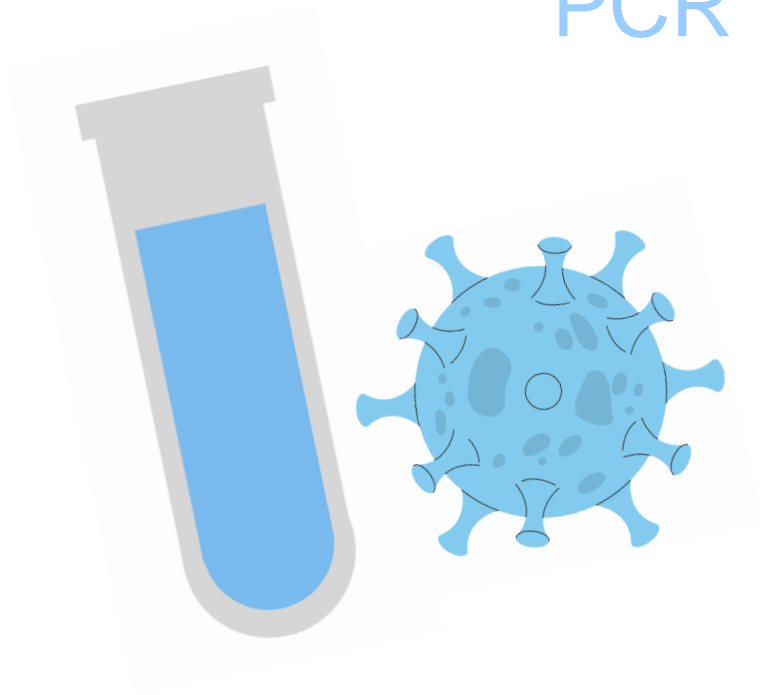


DIAGNÒSTIC DE COVID-19 A TRAVÉS DEL MÈTODE PCR



TORA LILA

RESUMEN

Este trabajo pretende estudiar e informar sobre el uso de la técnica PCR para detectar el virus SARS-CoV-2, causante de la pandemia que estamos viviendo hoy en día por COVID-19.

La PCR es una técnica de amplificación de ADN. Con solo un fragmento de ADN, podemos llegar a obtener más de miles de copias. Eso se produce gracias a enzimas que han sido estudiadas y diseñadas para poder hacer este procedimiento.

El SARS-CoV-2 es un virus de la familia de los coronavirus. La infección por este virus causa la enfermedad COVID-19, que puede llegar a causar daños pulmonares muy graves y hasta la muerte.

La RT-PCR, es la prueba más fiable para detectar si el paciente está enfermo de COVID-19 o no, debido a su capacidad de amplificar exponencialmente el número de ADN.

ABSTRACT

This work aims to study and report on the use of the PCR technique to detect the SARS-CoV-2 virus, the cause of the COVID-19 pandemic that we are experiencing nowadays.

PCR is a DNA amplification technique. With just one piece of DNA, we can get more than thousands of copies. This is produced thanks to enzymes that have been studied and designed to be able to do so.

SARS-CoV-2 is a virus from the coronavirus family. Infection with this virus causes the COVID-19 disease, which can cause very serious lung damage and even death.

RT-PCR is the most reliable test to detect whether the patient is sick with COVID-19 or not, due to its ability to exponentially amplify the number of DNA.

ÍNDIX

1.AGRAÏMENTS	3
2.INTRODUCCIÓ	4
2.1 MOTIVACIONS I OBJECTIUS	4
3. EL MÈTODE PCR.....	5
3.1 QUI VA SER L'INVENTOR DEL MÈTODE PCR?.....	5
3.2 COM ES VA DESCOBRIR EL MÈTODE PCR?.....	6
3.3 LA TÈCNICA PCR	7
3.3.1 Què és la tècnica PCR?	7
3.3.2 Què es necessita per a dur a terme la tècnica?	7
3.3.3 Procediment PCR.....	9
3.4 ANÀLISI DE LA PCR	12
3.4.1 Anàlisi qualitativa d'ADN mitjançant la PCR	12
3.4.2 Anàlisi quantitativa d'ADN mitjançant la PCR.....	12
3.5 ALTRES TIPUS DE PCR.....	13
3.6 APLICACIONS DEL MÈTODE PCR	13
4. SARS-CoV-2	14
4.1 ON VA SORGIR EL SARS-COV-2 I QUÈ VA PROVOCAR LA SEVA APARICIÓ.....	14
4.2. ESTRUCTURA DEL CORONAVIRUS SARS-COV-2	17
4.2.1 La proteïna espícula	17
4.2.2 La proteïna N.....	19
4.2.3 El material genètic del SARS-CoV-2.....	20
4.3 QUINA MALALTIA PRODUEIX EL SARS-COV-2 ?.....	20
4.4 COM ES PROPAGA EL VIRUS?	22
4.5 LES DIFERENTS MUTACIONS DEL SARS-CoV-2.....	23
4.6 MESURES PREVENTIVES.....	25
5. LA PCR APLICADA AL DIAGNÒSTIC DE SARS-CoV-2.....	27
5.1 PER QUÈ LA PCR COM A PROVA PER A DIAGNOSTICAR LA COVID-19 ?.....	27
5.2 TIPUS DE MOSTRA PER AL DIAGNÒSTIC DE SARS-COV-2	27
5.3 TÈCNICA DE RECOLLIDA DE MOSTRES PER AL DIAGNÒSTIC DE SARS-COV-2	28
5.4 LA TÈCNICA PCR PER A DETECTAR SARS-CoV-2	30
5.5 LIMITACIONS DE LA RT-PCR PER A DIAGNOSTICAR SARS-CoV-2.....	32
6. ALTRES MÈTODES DE DETECCIÓ DE LA COVID-19.....	33

6.1 ELS TAR (Test d'Antígens Ràpid)	33
6.2 LA TMA (Amplificació Mitjançant Transcripció)	33
6.3 SEROLOGIA (IgG i IgM)	34
7. VISITA AL LABORATORI DE L'HOSPITAL DE LA SEU D'URGELL	35
CONCLUSIONS	41
GLOSSARI	42
FONTS D'INFORMACIÓ	44
ÍNDIX IMATGES.....	47
ANNEXOS	50

1.AGRAÏMENTS

M'agradaria començar agraint especialment a les treballadores del laboratori de la Fundació Sant Hospital de La Seu d'Urgell per haver-me donat l'oportunitat de veure en directe com es fan les PCR i tot el material i procediments que es fan servir. També per tota la informació i ajuda que m'han proporcionat la biòloga Montse Vilaseca Coll i la tècnica de laboratori Mercè Brugulat Ubach.

Seguidament m'agradaria agrair a la meva tutora del Treball de Recerca, l'oportunitat de dur a terme aquest treball. Gràcies per acceptar el meu treball al departament i per haver-lo volgut tutoritzar. Altrament, agrair el l'amabilitat, l'ajuda i els consells proporcionats.

També voldria agrair a la meva família el suport durant aquests mesos que he dut a terme el treball. Gràcies per confiar en mi i per haver-me fet costat. En especial a la meva mare, infermera del CAP local per haver-me facilitat la visita al laboratori i haver estat un suport incondicional.

A continuació m'agradaria agrair a totes les meves amistats l'ajuda moral que m'han donat. Sobretot a: Aina, Alba, Carla, Júlia, Marta, Núria, Aina, Jana, Joan, Mar, Mireia, Mònica i Zulema.

I finalment agrair a totes i cadascuna de les 450 persones que va dedicar uns minuts a respondre i difondre l'enquesta que vaig realitzar per a fer el treball. Gràcies de tot cor per a col·laborar en el meu treball.

2.INTRODUCCIÓ

2.1 MOTIVACIONS I OBJECTIUS

Sempre he estat una noia molt curiosa per la ciència, sobretot pel cos humà. Fins fa dos anys no sabia que dins la ciència existia un camp anomenat biotecnologia, i des que me'n vaig assabentar, ha esdevingut un dels meus principals interessos.

Altrament, des de fa quasi dos anys, hem estat sentint la paraula COVID-19, SARS-CoV-2 i altres, molt sovint. I no només ho hem sentit sinó que, molta part de la població ha patit la malaltia que va fer que es paralizés el món i que a Espanya entre d'altres confinessin a tota la població vora de dos mesos, sense poder sortir de casa.

També hem escoltat molt la paraula PCR, però sap tothom què és la PCR? Jo en desconeixia l'existència i l'ús, abans de la pandèmia. I n'estava tant interessada a descobrir i aprendre'n més, que hi he volgut dedicar el meu Treball de Recerca.

Els objectius d'aquest treball són els següents:

- **Objectiu 1:** Entendre el funcionament del mètode PCR. Per assolir aquests coneixements cal saber quins en són els components i els procediments a seguir.
- **Objectiu 2:** Investigar com és el virus que ens ha fet viure la pandèmia de COVID-19. Estudiar l'estructura, la propagació i la malaltia que causa aquest.
- **Objectiu 3:** Comprendre perquè el mètode PCR és el més recomanat per a la detecció del virus i com és el procediment que s'usa en aquest cas. També conèixer altres mètodes per a detectar-lo.
- **Objectiu 4:** Fer una visita a un laboratori per a poder observar i manipular en primera persona una PCR.
- **Objectiu 5:** Realitzar una enquesta i fer-ne estadístiques.

3. EL MÈTODE PCR

3.1 QUI VA SER L'INVENTOR DEL MÈTODE PCR?

El mètode PCR (*Polymerase Chain Reaction*), va ser inventat l'any 1985 per Kary Banks Mullis, llicenciat en bioquímica als EEUU.

Kary Banks Mullis, va néixer el 28 de desembre del 1944 a Lenoir, EEUU. Es va llicenciar en química al *Georgia Institute of Technology*. El 1966 es va traslladar a Califòrnia, per estudiar bioquímica, aconseguint el doctorat a la Universitat de Berkeley.



Il·lustració 1. Kary Banks Mullis

L'any 1972 es va traslladar a Kansas, i va aconseguir feina com a investigador de cardiologia pediàtrica. Quan es va divorciar de la seva dona, va tornar cap a Califòrnia, a treballar a la Universitat de San Francisco com investigador de química farmacèutica. El 1979 va ser contractat per una companyia de Califòrnia (*Cetus Corporation*) on treballava amb oligonucleòtids (molècules curtes d'ADN o d'ARN).

El 1985, va desenvolupar la tècnica PCR (***P**olymerase **C**hain **R**eaction*), que és una de les principals tècniques en biologia molecular, que permeten l'amplificació d'una regió específica d'ADN. Tot i que fins el 1985 no es va desenvolupar la tècnica PCR, Mullis, ja la tenia en ment des del 1983, però la va explicar als seus companys i no els va convèncer. L'anècdota que s'explica és que Mullis va haver de parar el seu cotxe mentre conduïa a la nit per una carretera del nord de Califòrnia, ja que va ser en aquell precís moment quan va tenir la idea.

Per aquesta investigació, de gran valor en el món de la biotecnologia, el 1993 va rebre el Premi Nobel de la Química, el qual va compartir amb el canadenc Michael Smith .

Cetus, la companyia californiana per la que treballava K. Mullis, va pagar 10.000 dòlars per la invenció de la PCR i seguidament, va vendre la patent per 300.000.000 dòlars a una secció de la companyia farmacèutica Hoffmann- La Roche.

A part de per el seu gran descobriment, també va ser conegut per les seves polèmiques opinions, on dubtava que el VIH (Virus de la Immunodeficiència Humana) causes la SIDA. També negava el canvi climàtic i l'aprimament de la capa d'ozó.

Kary Banks Mullis va morir el 7 d'agost del 2019 a Newport Beach, Califòrnia, a causa d'una pneumònia que va desenvolupar complicacions.

3.2 COM ES VA DESCOBRIR EL MÈTODE PCR?

El 1985, com hem esmentat abans, mentre Kary Banks Mullis treballava per la companyia Cetus, va tenir una idea revolucionària en el món de la biotecnologia.

Es tractava d'una tècnica que permetia amplificar^[1] exponencialment petites quantitats d'ADN^[2]. Després de separar dues cadenes d'ADN a altes temperatures, podrien ser copiades utilitzant una molècula DNA-polimerasa, iniciada amb encebadors.

La versió que va realitzar Banks, no era gaire eficient. Inicialment havia estat usant ADN-Polimerasa, aïllada del bacteri *Escherichia coli*. Va seguir experimentant, fins que se li va ocórrer, utilitzar DNA-polimerases termoestables, extretes de microorganismes termofílics. Els *Thermus aquaticus* són un tipus de bacteris que toleren molt bé les altes temperatures i són la font dels enzims que s'usen per a dur a terme aquesta tècnica. Van ser descoberts en una font termal del Parc Nacional de Yellowstone. Després de diverses proves van arribar a la conclusió de l'ADN-polimerasa del *Thermus aquaticus*, l'anomenada Taq-Polimerasa^[3], era la idònia per a dur a terme la tècnica.

La principal funció de la PCR era copiar milions de vegades un mateix segment d'ADN. Això va ser més fàcil gràcies a l'invenció del termociclador^[4], creat per la companyia biològica PerkinElmer el 1987.

3.3 LA TÈCNICA PCR

3.3.1 Què és la tècnica PCR?

La tècnica PCR (***P**olymerase **C**hain **R**eaction*), es basa en l'activitat enzimàtica que succeeix de manera natural en les cèl·lules del nostre organisme. A l'interior de les nostres cèl·lules, les ADN-polimerases són capaces de replicar ADN nuclear per obtenir-ne còpies idèntiques, que després seran repartides a les cèl·lules filles a la mitosis.

Així mateix, la tècnica PCR és capaç de replicar un fragment de ADN en diferents cicles de temperatura per a obtenir una gran quantitat de còpies idèntiques al fragment iniciat.

3.3.2 Què es necessita per a dur a terme la tècnica?

Els materials necessaris per dur a terme la PCR són:

- Fragment d'ADN
 - És tracta del fragment d'ADN, que s'ha extret de restes cel·lulars.
- Bases nitrogenades de l'ADN
 - adenina, guanina, citosina i timina
- Encebadors^[5] o primers
 - Són oligonucleòtids, és a dir, seqüències curtes d'ADN que s'uneixen a la molècula d'ADN "motlle" i serveix com a punt d'inici per a començar la síntesi d'ADN. A la PCR, necessitem dos encebadors, cadascun complementari a una de les cadenes d'ADN, que volem amplificar.
- ADN-polimerases
 - La polimerasa que s'usa per aquesta tècnica és la Taq- Polimerasa. Aquesta polimerasa és la més adient per a dur a terme el procediment, donada la seva resistència a altes temperatures.
- Ions derivats del magnesi
 - En la tècnica, es fa ús d'ions amb càrrega positiva. Aquests cations, són essencials per al funcionament de l'ADN-polimerasa. Normalment s'hi afegeix clorur de magnesi, , per a que en dissociar-se s'alliberi magnesi amb càrrega +2.

- Solució tampó
 - una solució tampó és una solució formada per una mescla d'un àcid dèbil amb la seva base conjugada. La seva característica és que manté el pH estable d'una dissolució.

L'aparell que utilitzarem per a dur a terme el procediment, s'anomena termociclador.

Un termociclador és un aparell usat en biologia molecular, que permet realitzar els cicles de temperatures necessàries per l'amplificació de diversos fragments d'ADN a partir de la tècnica PCR o per a reaccions de seqüenciació amb el mètode Sanger.



Il·lustració 2. Termociclador convencional.



Il·lustració 3. Termociclador Cepheid Xpert®

3.3.3 Procediment PCR

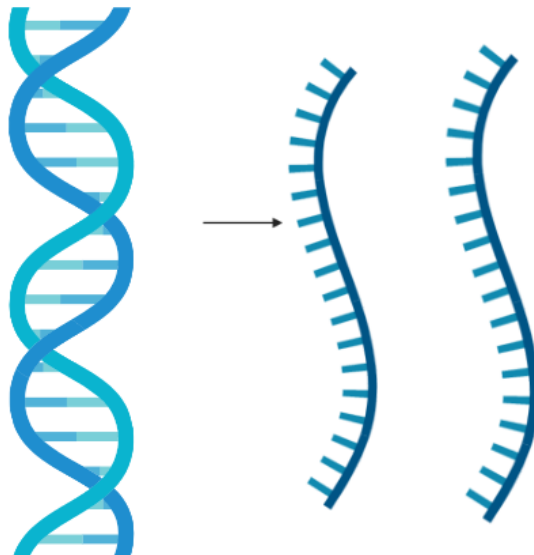
En primer lloc, s'ha de prendre la mostra. La mostra com hem esmentat abans, és un fragment d'ADN extret de restes cel·lulars.

Seguidament s'ha d'aïllar l'ADN de la mostra que hem extret. Hi ha dues maneres de fer-ho, aïllant l'ADN manualment o de manera automatitzada

Un cop aïllat, col·locarem les mostres al termociclador i començaran els cicles de la PCR, on s'escalfarà o es refredarà els tubs a temperatures diferents, des de 40° C fins a 95° C. La tècnica PCR, consta de 3 etapes, la desnaturalització, la hibridació dels encebadors i l'extensió.

Desnaturalització^[6]

Perquè es pugui iniciar la reacció, cal que les molècules d'ADN que hem extret i que ens faran de motlle, es trobin en forma de cadena simple. Això s'aconsegueix desnaturalitzant l'ADN. S'escalfa a una temperatura entre 90° C i 95° C, a la qual es trenquen els enllaços ponts d'hidrogen intercatenaris, que uneixen les dues cadenes d'ADN. Un cop trencades aquestes unions, s'obtenen dues cadenes monocatenàries. Aquesta temperatura s'ha de mantenir durant uns minuts i un cop passats aquests minuts ha de començar la següent etapa, ja que sinó l'ADN es podria renaturalitzar, és a dir, tornar a la conformació de doble hèlix.

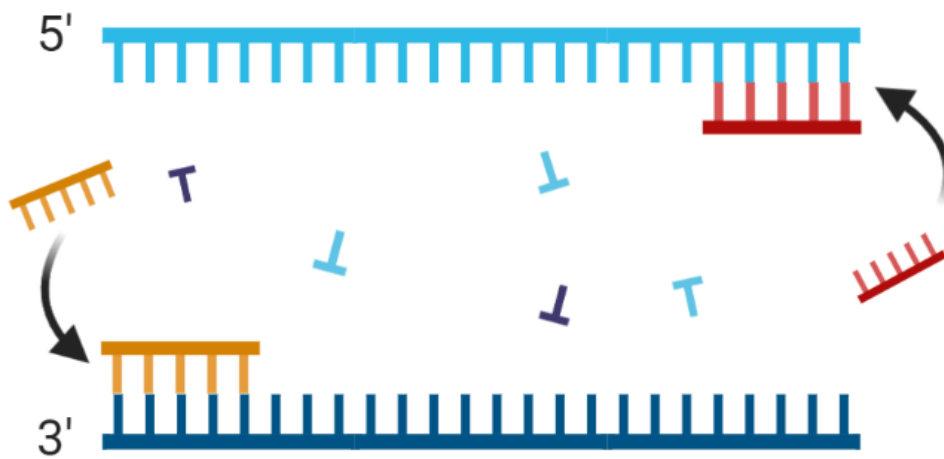


Created in BioRender.com 

Il·lustració 4. Desnaturalització. Created with BioRender.com. Disseny de l'autora del treball

Hibridació dels encebadors

Una vegada l'ADN desnaturalitzat, es disminueix la temperatura fins a uns 40° C o 60° C. A aquesta temperatura es podrà produir la hibridació, on els encebadors s'uniran al fragment d'ADN que ens servirà de motlle. La PCR, no copia tot l'ADN de la mostra, sinó una seqüència específica. Els encebadors, es dirigiran cap a la seqüència que s'hagi de replicar. Per poder fer això, s'utilitzen els encebadors, que són trossos curts d'ADN sintètic, que només s'uneixen a seqüències de l'ADN diana. S'usa un encebador per a cada cadena d'ADN. Aquests es col·loquen al principi de la seqüència que copiaran.



Created in **BioRender.com** **bio**

Il·lustració 5. Hibridació. Created with BioRender.com. Disseny de l'autora del treball

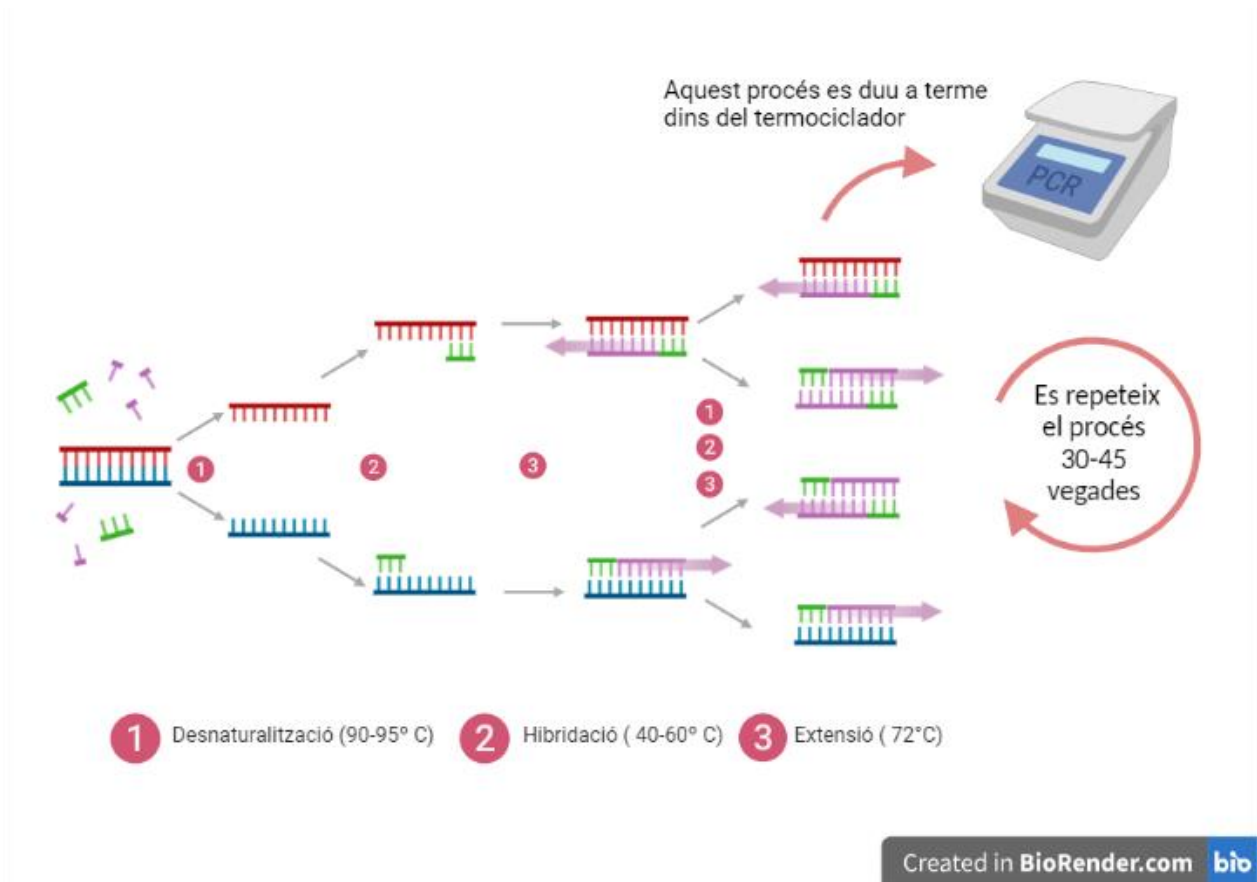
Extensió

Durant aquesta etapa, l'ADN polimerasa termoresistent (Taq-polimerasa), incorpora nucleòtids a l'extrem 3' de l'encebador, usant com a motlle la cadena prèviament desnaturalitzada. La temperatura a la qual es realitza aquesta etapa és d'uns 72° C, ja que és la temperatura a la que la Taq-polimerasa arriba a la seva màxima activitat.

Un cop fetes les dues còpies de l'ADN mitjançant la PCR, el cicle torna a començar, aquesta vegada fent servir com a motlle l'ADN duplicat del primer

cicle i així successivament fins a repetir el procés entre 30 i 40 vegades, és a dir que s'han de realitzar de 30 a 40 cicles.

Si cada duplicat crea dues noves còpies, després de 30-40 cicles, s'hauran creat més de mil milions de còpies del segment d'ADN inicial.



Il·lustració 6. PCR. Created with BioRender.com. Disseny de l'autora del treball

L'elecció dels encebadors i la grandària del fragment amplificat són d'una gran importància per al resultat final. En proves de diagnòstic, la grandària del fragment amplificat no ha de superar els cent o cent cinquanta parells de bases d'ADN, si partim de mostres que puguin haver patit una degradació dels àcids nucleics, i l'elecció dels encebadors s'ha de realitzar per a fragments específics de la diana que vulguem amplificar per tal d'evitar falsos positius.

Una vegada realitzada l'amplificació, es procedeix a la identificació de la seqüència obtinguda mitjançant electroforesi (Tècnica que s'usa per a separar ADN, ARN i molècules o proteïnes, basada en la seva mida i càrrega elèctrica, on a partir de la corrent elèctrica se separen a través d'un gel), hibridació amb

sondes complementàries (Molècula, formada per àcids nucleics, amb un marcatge concret, emprada per a detectar i identificar molècules específiques de DNA que contenen una seqüència complementària, mitjançant hibridació) o tècniques d'anàlisi de polimorfismes^[7] (Anàlisi de la presència de diverses formes d'un gen o fragment d'ADN d'un cromosoma en una població).

L'anàlisi per PCR pot ser de dos tipus: qualitativa —detecció de la presència o de l'absència d'un fragment d'ADN determinat—o quantitativa —detecció de la quantitat d'un fragment d'ADN determinat.

3.4 ANÀLISI DE LA PCR^[1]

3.4.1 Anàlisi qualitativa d'ADN mitjançant la PCR

Aquest tipus d'anàlisi, es realitza quan tan sols és necessari, conèixer la presència o absència d'alguna seqüència específica d'ADN. L'anàlisi del producte amplificat se sol realitzar mitjançant electroforesi en gel o capil·lar. L'electroforesi és una tècnica que permet separar les biomolècules en ser sotmeses a un camp elèctric.

La seva visualització se sol fer per tinció amb bromur d'etilè^[8].

3.4.2 Anàlisi quantitativa d'ADN mitjançant la PCR

La PCR convencional no és una tècnica quantitativa, ja que l'amplificació exponencial de l'ADN motlle no es manté constant especialment en els últims cicles de la reacció. Per poder realitzar estimes quantitatives, s'han desenvolupat tècniques de PCR en «temps real»—PCR quantitativa—, amb les quals és possible determinar la fase exponencial de l'amplificació i també és possible extrapolar de manera quantitativa la quantitat de motlle inicial que s'està amplificant.

La metodologia de la PCR quantitativa facilita, a més, l'automatització i no sol requerir el processament ulterior del producte amplificat, la qual cosa redueix el risc de contaminació.

[1] Cita textual del següent document: DR ARMAND SÁNCHEZ BONASTRE. La reacció en cadena de la polimerasa (PCR). Publicat per TECA (Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació) , Vol.11, núm. 1, el juliol del 2009.

3.5 ALTRES TIPUS DE PCR

A part de la PCR convencional, hi ha diferents tipus de PCR, per a diferents aplicacions i diferents tipus d'àcids nucleics.

- **PCR aniuada**, es tracta d'una variant de la PCR bàsica que utilitza dos parells d'encebadors. En un primer pas, es realitza l'amplificació d'una regió d'un genoma, per a després concretar més la regió mitjançant una amplificació més específica.
- **RT-PCR**, aquesta tècnica converteix l'ARN a ADN. Per això usen la transcriptasa inversa^[9]. Sobretot s'usa per a ARN^[10] virus (SARS-COV-2, VIH...)
- **PCR quantitativa**, és una PCR que permet medir a temps real la quantitat de fragments que es van produint.

Aquests són alguns dels diferents tipus de PCR que existeixen avui en dia. N'hi ha més i per diferents aplicacions. Vegeu l'apartat següent.

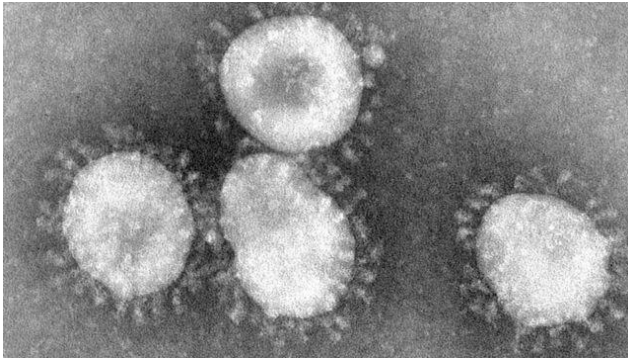
3.6 APLICACIONS DEL MÈTODE PCR

El mètode PCR, té diverses aplicacions en el camp de la medicina, com per exemple:

- Diagnòstic de malalties infeccioses com: Hepatitis B, Hepatitis C, VIH (Virus de la Immunodeficiència Humana), Tuberculosis, *Chlamydia trachomatis*, VPH (Virus del Papil·loma Humà) ...
- Proves forenses
- Proves genètiques

4. SARS-CoV-2

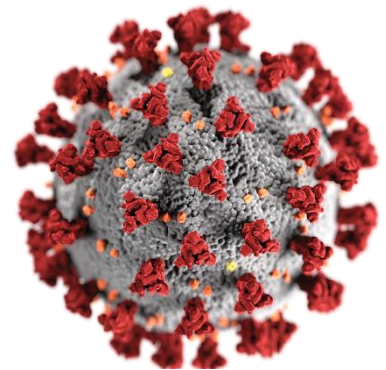
El SARS-CoV-2, és un dels molts coronavirus que existeixen. Els coronavirus són una família de virus que es caracteritzen per tenir espícules en forma de corona a la seva superfície, per això s'anomenen coronavirus. Els coronavirus humans són comuns a tot el món i van ser identificats per primera vegada el 1960. Acostumen a causar malalties respiratòries.



Il·lustració 7. Coronaviridae a través de MET.

Dos d'aquests coronavirus, causen malalties respiratòries greus, el MERS-CoV, és el coronavirus de la síndrome respiratòria de l'orient mig i el SARS-CoV, que és el coronavirus de la síndrome respiratòria aguda severa.

El SARS-CoV-2, té aquesta nomenclatura perquè: SARS, és l'acrònim, de Síndrome Agut Respiratori Sever, Co, ve de coronavirus, V de virus i 2 perquè abans d'aquest ja existia un SARS-CoV, que ara s'anomena SARS-CoV-1.



Il·lustració 8. SARS-CoV-2

4.1 ON VA SORGIR EL SARS-COV-2 I QUÈ VA PROVOCAR LA SEVA APARICIÓ

L'origen d'aquest nou coronavirus, se situa al mercat de marisc situat a la ciutat de Wuhan, Xina. El primer cas va ser detectat en un treballador d'aquest mercat, que va ingressar a l'hospital el 26 de desembre de 2019, amb el diagnòstic d'una pneumònia greu i insuficiència respiratòria. Després de diverses proves, es va arribar a la conclusió que aquest virus que havia infectat aquest treballador era un nou virus.



Il·lustració 9. Mapa del món. Wuhan assenyalat.

Tot i que es desconeix la seva procedència, els científics descarten la possibilitat que aquest virus hagi estat creat en un laboratori. Altres anàlisis suggereixen que el ratpenat o el pangolí podrien haver estat els animals que ho van transmetre als humans a través del consum alimentari. El procés de transmissió de l'animal a l'espècie humana s'anomena zoonosi^[11].

També es creu que és un virus d'origen natural, ja que una de les evidències, és que el seu DNA és molt similar a altres virus d'aquest origen.

L'11 de febrer del 2020, la OMS (Organització Mundial de la Salut), va anomenar la malaltia que provocava el virus com a COVID-19. La malaltia i expansió del virus va seguir avançant fins a la resta de països, Àsia, Orient Mitjà i al continent d'Europa.

A Europa el primer país que es va veure afectat va ser Itàlia, on es va decidir confinar a la població degut a l'exponencial nombre de casos.

El primer pacient registrat a Espanya per COVID-19 va ser ingressat a l'illa de La Gomera a les Illes Canàries, el 31 de gener de 2020. Nou dies més tard es va detectar un altre cas a Palma de Mallorca, a les Illes Balears.

El 24 de febrer de 2020 van aparèixer els primers casos a la Península Ibèrica, amb una subseqüent circulació comunitària exponencial del virus, afectant principalment a la Comunitat de Madrid, País Basc i Catalunya.

Els casos van seguir augmentant fins que l'11 de març de 2020 la OMS, va declarar oficialment la pandèmia per COVID-19.

El 12 de març de 2020, el Govern, va decidir tancar els centres escolars i universitats durant 14 dies per així poder frenar els contagis per COVID-19.

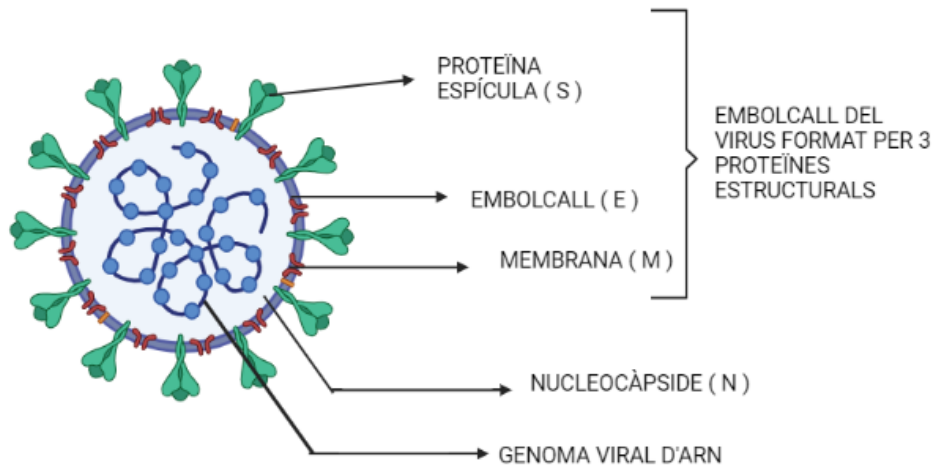
“El Govern ha ordenat tancar les escoles, els instituts i els centres universitaris de tot Catalunya a partir d'aquest divendres pel coronavirus. La mesura, dràstica i inèdita, vol frenar els contagis del virus. El tancament afectarà 5.492 centres, més d'un milió i mig d'alumnes –de llars d'infants, escoles i instituts–, així com més de 72.000 docents. Unes xifres a les quals s'hi han de sumar les de les universitats. La pandèmia sanitària que ahir va decretar l'Organització Mundial de la Salut (OMS) ja havia obligat a suspendre classes els últims dies en 44 centres educatius del país. La mesura tindrà una durada mínima de 14 dies perquè es calcula que és el temps necessari per fer efecte: els centres estaran tancats des del 13 de març fins al 27, ambdós inclosos.”

Noticia publicada al diari ARA, el 12 de març del 2020

El que ningú sabia era que això no duraria 14 dies sinó quasi dos mesos. El 14 de març del 2020 el Govern d'Espanya, va declarar l'estat d'alarma a tot el territori espanyol, per fer front a la situació d'emergència sanitària provocada per la COVID-19. Aquest estat d'alarma es va prorrogar fins el 21 de juny de 2020 a les 00:00.

4.2. ESTRUCTURA DEL CORONAVIRUS SARS-COV-2

El material genètic del SARS-CoV-2, és l'ARN i està empaquetat al voltant de les proteïnes N (nucleocàpsida). Tot això està envoltat d'una doble capa lipídica, obtinguda de la cèl·lula hoste, que integra 3 proteïnes víriques estructurals diferents: l'espícula (S), l'embolcall (E) i la membrana (M).



Created in **BioRender.com** **bio**

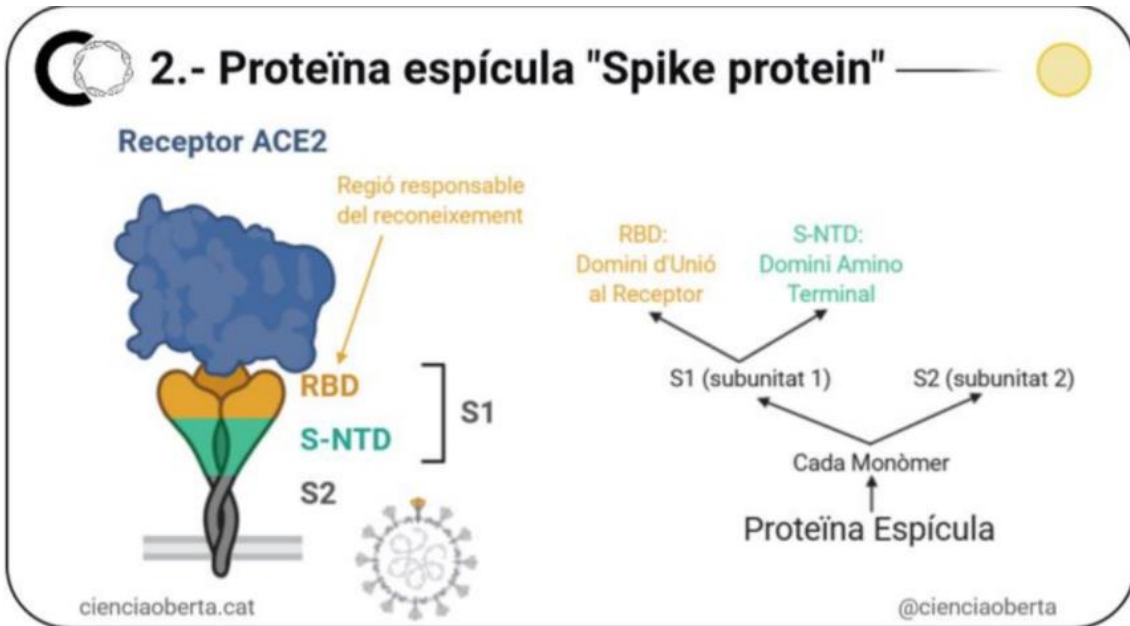
Il·lustració 10. Estructura del SARS-CoV-2. Created with BioRender.com Disseny de l'autora del treball

4.2.1 La proteïna espícula

La proteïna espícula és coneguda com a *spike protein* en anglès i en realitat és el conjunts de 3 proteïnes S glicosilades, és a dir, acompanyada de glúcids. Això és molt important per la immunitat.

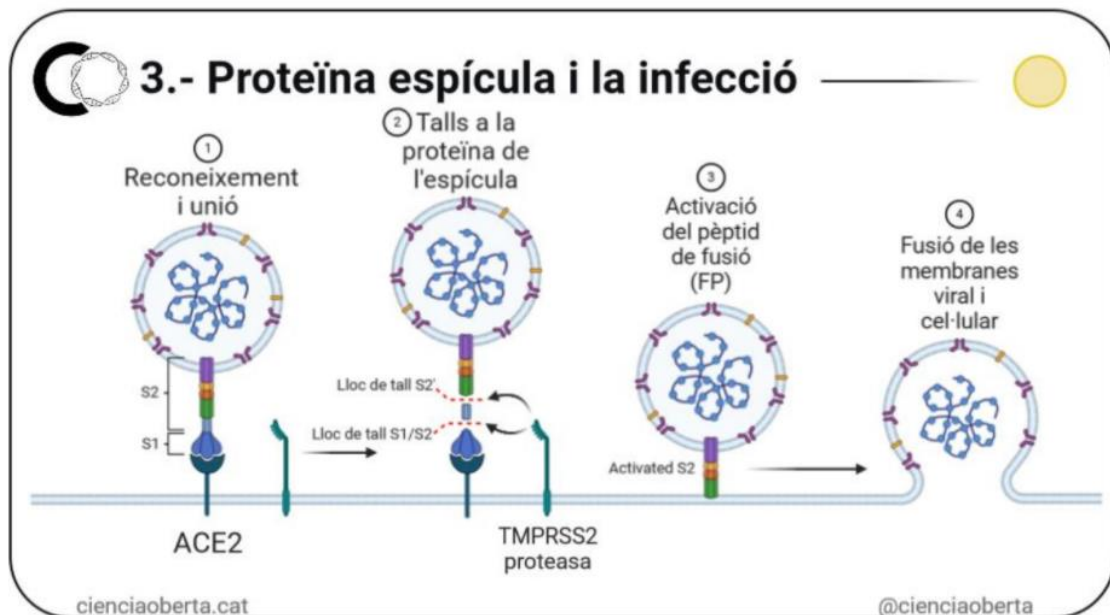
Aquesta proteïna és molt important ja que encaixa amb el receptor ACE2 de les cèl·lules pulmonars, que també es poden trobar a altres teixits com el ronyó. El fet que puguin encaixar, fa que aquest receptor ACE2 faciliti que el virus pugui infectar, ja que li fa de porta d'entrada a les nostres cèl·lules.

Cadascuna de les tres unitats que formen la proteïna espícula presenta dues regions importants: la S2 que ancora la proteïna al virus i la S1 que conté el Domini d'Unió al Receptor (RBD). L'RBD és la part de la proteïna que permet el reconeixement entre el receptor ACE2 humà i el virus.



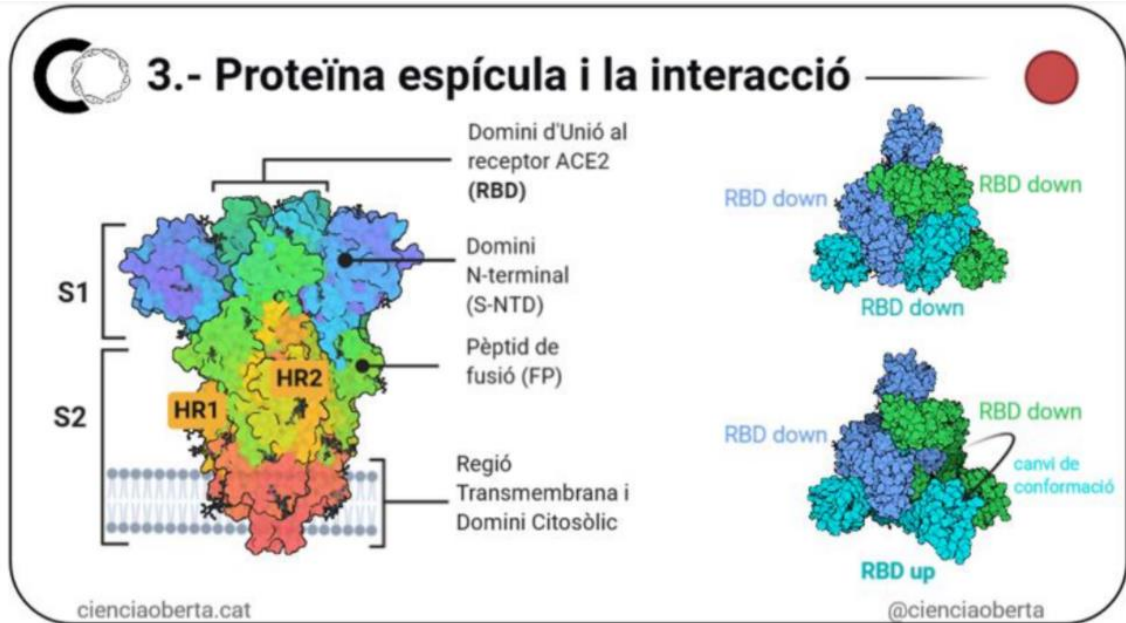
Il·lustració 11. Proteïna espícula. Ciència oberta. Biorender.com

Un cop s'uneix l'RBD del virus i ACE2 de la cèl·lula, hi ha una proteïna anomenada proteasa TMPRSS2, que talla l'espícula. Aquesta serà activada i produirà dos talls, el primer a la zona S1/S2 i seguidament procedirà a tallar la zona S2. Això facilitarà la fusió de la coberta viral amb la membrana cel·lular.



Il·lustració 12. Proteïna espícula i infecció. Ciència oberta. Biorender.com

D'aquesta manera el virus és capaç, d'infectar les nostres cèl·lules. No obstant, aquest procediment no es pot dur a terme sempre. Únicament és viable quan la proteïna espícula tingui una subunitat S1 amb conformació RBD-up.



Il·lustració 13. Proteïna espícula i la interacció. Ciència oberta. Biorender.com

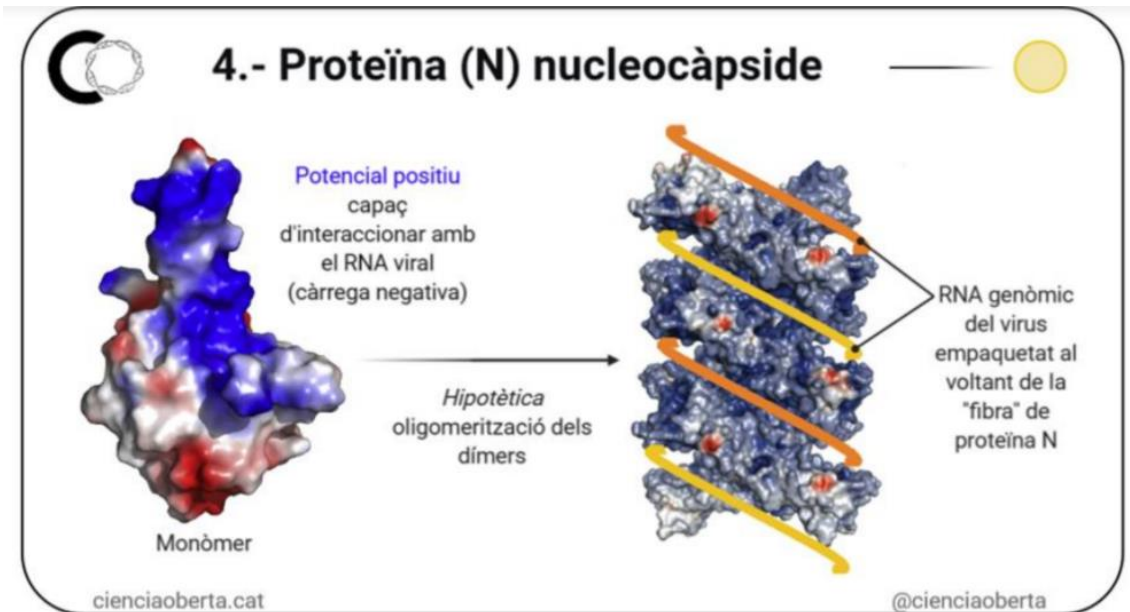
Es pot observar a la il·lustració 10 la conformació RBD-down i RBD-up, per a fer la comparació.

4.2.2 La proteïna N

A més de la proteïna espícula, hi ha altres proteïnes estructurals com la N, M i E.

La proteïna N pertany a la nucleocàpsida i és l'encarregada d'empaquetar el genoma i participar en l'encapsidació del virus. Aquesta proteïna és de veritable importància per a la construcció dels nous virus.

Es creu que les proteïnes N produeixen unes fibres al voltant dels quals s'enrotlla l'ARN viral.



Il·lustració 14. Proteïna (N). Nucleocàpsida. Ciència oberta. Biorender.com

4.2.3 El material genètic del SARS-CoV-2

Els humans disposen d'ADN bicatenari, en canvi la informació genètica dels renovirus, està emmagatzemada en una sola cadena d'ARN. Aquest és molt important en el procés d'infecció de les cèl·lules, ja que fa de motlle per a fer més còpies d'ARN igual i produir proteïnes virals, per a poder conformar un nou virus. Això es fa a través del procés de traducció, on les dues subunitats dels ribosomes s'uneixen a aquesta cadena d'ARN víric i inicien aquest procés.

4.3 QUINA MALALTIA PRODUEIX EL SARS-COV-2 ?

Com s'ha esmentat a la pàgina 15, la malaltia que produeix el SARS-CoV-2 és la COVID-19. Aquesta malaltia s'anomena així degut que, CO indica que què la malaltia la causa un virus que pertany a la família dels coronavirus, VI fent referència a que la malaltia la causa un virus, D prové de la paraula *disease* que significa malaltia en anglès i 19 per l'any en què va ser descoberta la malaltia, el 2019.

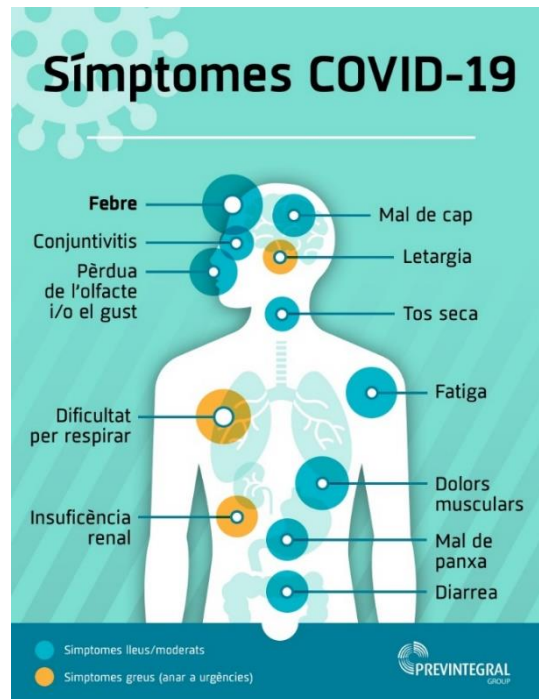
Hi ha dos tipus de pacients, els simptomàtics i asimptomàtics.

Els simptomàtics són aquells que presenten símptomes, és a dir, la persona que ho pateix notifica alguns dels símptomes, siguin lleus o bé greus.

Els símptomes d'aquesta malaltia poden aparèixer entre 2 i 14 dies després de l'exposició al virus. Aquest període entre l'exposició i l'aparició de símptomes s'anomena període d'incubació.

Alguns dels signes i símptomes més habituals són els següents:

- Febre
- Tos seca
- Cansament
- Pèrdua o distorsionament del gust
- Pèrdua de l'olfacte
- Dificultat per a respirar
- Dolor muscular
- Mal de gola
- Mal de cap
- Dolor al pit
- Vòmits
- Diarrea
- Mocs



Il·lustració 15. Síntomes COVID-19

En aquesta llista no hi són inclosos tots els símptomes que es poden presentar i també cal destacar que depenent de la variant amb la que un pacient sigui infectat produirà diversos símptomes característics de la variant.

Els infants tendeixen a passar la malaltia d'una manera lleu. En canvi, quan les persones grans contreuen la malaltia, solen passar la malaltia d'una manera més greu. Aquest risc, augmenta de manera proporcional a l'edat. Les persones amb alguna malaltia diagnosticada tenen un risc més alt d'empitjorar.

Entre aquestes malalties que poden agreujar l'estat del pacient s'hi troben:

- Insuficiència cardíaca o malalties de les artèries coronàries
- Càncer
- MPOC (Malaltia Pulmonar Obstructiva Crònica)
- Diabetis de tipus 1 i tipus 2
- Pressió arterial alta
- Asma

- Fibrosi quística o pulmonar
- Immunodeficiència

Algunes persones poden tenir pocs símptomes o no tenir-ne. Aquests serien els pacients asimptomàtics. Tot i no presentar símptomes, la transmissió del virus es pot produir igual, això fa que la persona infectada pugui infectar a més gent, ja que en no saber que ha contret el virus, no prendrà les mesures preventives i, si té contacte amb gent, els transmetrà el virus.

Un cop contret el virus, en aquests col·lectius esmentats abans, que presenten un risc de complicacions elevat, es poden presentar les complicacions mèdiques següents.

- Pneumònia o pneumònia bilateral
- Insuficiència d'alguns òrgans
- Problemes cardíacs
- Disminució de la capacitat pulmonar
- Síndrome de la dificultat respiratòria aguda
- Coàguls de sang

4.4 COM ES PROPAGA EL VIRUS?

El SARS-CoV-2 es propaga fàcilment entre persones i a mesura que passa el temps es coneix més com actua aquest virus.

Principalment, es contagia de persona a persona, que hagin tingut un contacte proper, és a dir, una distància de 2 metres. El virus es propaga amb les gotetes respiratòries que s'alliberen quan la persona infectada parla, tos, esternuda, respira o simplement quan parla. Els que estiguin a prop d'aquesta persona infectada, poden inhalar aquestes partícules o els poden caure a la boca, ulls o nas.

En algunes situacions, el SARS-CoV-2, es propaga quan una persona es veu exposada a gotetes o aerosols, que romanen a l'aire durant alguns minuts o hores.

Si es toca una superfície o un objecte on hi hagi presència de virus i després es toca la boca o el nas, es pot contagiar, encara que el risc per a que succeeixi això és mínim.

4.5 LES DIFERENTS MUTACIONS DEL SARS-CoV-2

Una mutació, és un canvi en el genoma del virus. Les mutacions es produeixen amb freqüència, però puntualment modifiquen les característiques del virus.

Si el genoma inclou una o més mutacions estaríem parlant d'una variant del virus. En el cas que ens ocupa, encara que muti el SARS-CoV-2 segueix causant la COVID-19, fent-ne variar lleugerament els símptomes.

Les variants dels virus, es divideixen en quatre tipus de variants: les de baix risc, les d'interès, de preocupació i de grans conseqüències. Es classifiquen així degut a l'impacte que tenen sobre la població i depenent de les complicacions que causin.

Les variants del SARS-CoV-2, es classifiquen en els apartats de baix risc i de preocupació, no se n'ha classificat cap en els apartats d'interès o de grans conseqüències.

De baix risc:

- Alpha (línies B.1.1.7 y Q)
- Beta (línies B.1.35 y descendents)
- Gamma (línies P.1 y descendents)
- Epsilon (B.1.43 y B.1.43)
- Eta (B.1.52)
- Iota (B.1.53)
- Kappa (B.1.617.1)
- 1.617.3
- Mu (B.1.621, B.1.621.1)
- Zeta (P.2)

De preocupació:

- Delta (línies B.1.617.2 y AY)
- Òmicron (línies B.1.1.529 y BA)

De totes les variants existents avui en dia, les que més complicacions han causat, han estat la Delta i la Òmicron.

El juliol del 2021, va ser detectada la variant Delta, una variant que era més infecciosa i que va provocar un augment en la capacitat de transmetre el virus, en comparació amb altres variants. Aquesta variant que era dues vegades més contagiosa, podia causar complicacions molt greus en pacients no vacunats. Un dels símptomes més destacats d'aquesta variant era el mal de cap.



Il·lustració 16. Comparació de la propagació del SARS-CoV-2 original amb la variant Delta.

En el moment en què està sent redactat aquest treball es desconeix si la variant Òmicron és més contagiosa i perillosa que les altres variants. Se'n coneixen pocs detalls, com ara, els seus símptomes, que fins ara són més lleus que les variants anteriors ja que tendeixen a semblar un refredat comú i això fa que sigui més difícil de detectar ja que en l'època de l'any en què s'està redactant (desembre), hi ha susceptibilitat de contraure un refredat degut a la baixada de temperatures i ambdues malalties són fàcils de confondre.

No es pot descartar la possibilitat que la situació causada per a variant Òmicron empitjori durant les setmanes vinents.

4.6 MESURES PREVENTIVES

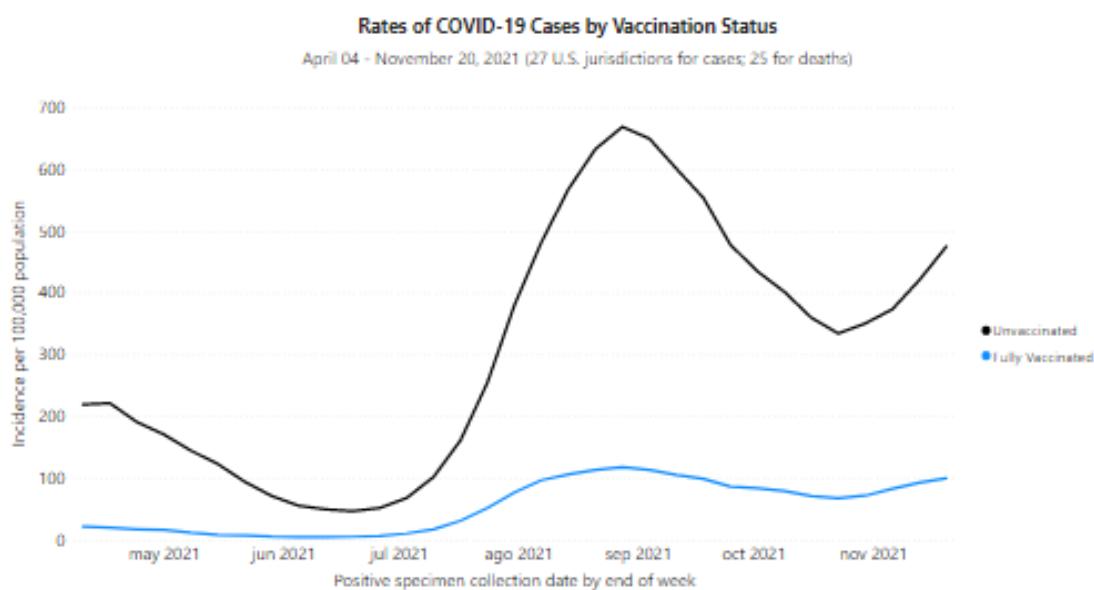
Algunes de les mesures preventives que podem dur a terme són:

- Vacunar-nos contra la COVID-19. Actualment hi ha 4 vacunes que han estat aplicades a la població a Espanya:
 - Pfizer / BioNTech (ARNm). Actualment 3 dosis.
 - Moderna (ARNm). Actualment 3 dosis.
 - AstraZeneca (Adenovirus). 2 dosis. Actualment no es distribueix a Espanya.
 - Janssen (Adenovirus). Dosis única. Actualment no es distribueix a Espanya.



Il·lustració 17. Vacunes contra la COVID-19.

Queda demostrat que la vacunació ha fet disminuir els contagis, els ingressos i la mortalitat per COVID-19.



Il·lustració 18. Comparació de contagis per COVID-19 de persones vacunades i persones no vacunades.

En són també:

- Ús de la mascareta
- Evitar aglomeracions
- Ventilar espais tancats
- Rentar-se les mans
- ...

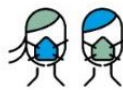


COVID-19 (CORONAVIRUS / SARS-COV-2)

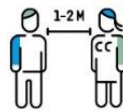
Mesures generals de prevenció



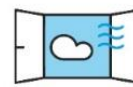
Renta't les mans freqüentment amb aigua i sabó o solucions alcohòliques.



Si tens tos o estàs refredat, posa't la mascareta especialment en centres hospitalaris.



Procura mantenir una distància de seguretat entre persones (d'aprox. 1 o 2 m.).



És important una bona ventilació per minimitzar el risc de contagi.



Evita tocar-te zones amb mucoses (nas, ulls i boca) sense rentar-te les mans previament.



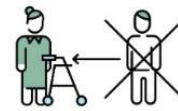
En tossir o esternudar, tapa't la boca i el nas amb mocadors d'un sol ús o amb la cara interna del colze i **renta't les mans de seguida.**



Evita tot contacte físic innecessari.



Davant del risc de transmissió comunitària, **limita la teva vida social i evita aglomeracions de gent** i els espais tancats i/o concorreguts.



Protegeix als més vulnerables, evita visites a persones d'edat avançada o amb malalties cròniques.



Si presentes símptomes compatibles amb la COVID-19 (febre, tos, pèrdua de gust i/o olfacte, etc.), **queda't a casa i contacta amb el teu Centre d'Atenció Primària.**

RECORDA: És fonamental mantenir-se informat/da sobre la COVID19. **CONFIA NOMÉS EN COMPTES OFICIALS.**
Més informació a clinicbarcelona.org i canalsalut.gencat.cat/coronavirus



Il·lustració 19. Mesures de prevenció de la COVID-19 de l'Hospital Clínic de Barcelona

5. LA PCR APLICADA AL DIAGNÒSTIC DE SARS-CoV-2

5.1 PER QUÈ LA PCR COM A PROVA PER A DIAGNOSTICAR LA COVID-19 ?

El Secretari General de la OMS, Tedros Adhanom Ghebreyesus, a la roda de premsa del 16 de març del 2020, recomanava “fer proves, proves i més proves”, era la millor estratègia per la lluita contra la COVID-19. En aquells moments la incògnita de no saber quina de totes les proves que existeixen era la més adient, s’havia de resoldre immediatament donada la situació d’emergència que suposava la pandèmia.

La Reacció en Cadena de Polimerasa (PCR), va ser la recomanació més apropiada per a ser la prova per a detectar la COVID-19, degut a la seva capacitat per amplificar exponencialment, una quantitat ínfima de virus. Només en haver fet de 5 a 10 còpies d’ARN del virus, ja es podrà detectar la presència d’aquest.

5.2 TIPUS DE MOSTRA PER AL DIAGNÒSTIC DE SARS-COV-2^[2]

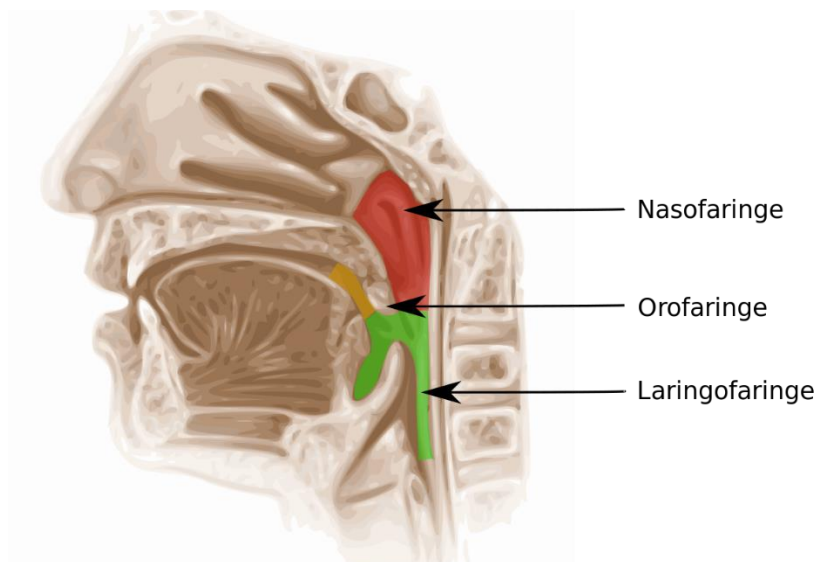
El Ministeri de Salut d’Espanya va publicar el document el 18 de maig del 2020, anomenat “Toma y transporte de muestras para diagnóstico por PCR de SARS-CoV-2”. Aquest document és una guia dels protocols que s’han de seguir per a l’obtenció de les mostres.

Per al diagnòstic, es poden prendre 3 tipus de mostres diferents:

- Les mostres recomanades per al diagnòstic seran preferentment les que corresponen a les vies respiratòries superiors. Aquestes comprenen les fosses nasals, faringe i laringe. El frotis nasofaríngi és el de més interès degut que és el lloc on s’hi detecta la major càrrega viral. O també podem prendre la mostra de la orofaringe.
- Les mostres de les vies respiratòries inferiors, que comprèn la tràquea, els bronquis, els bronquíols i els pulmons, seran extretes a partir de l’anàlisi de la flegma, una mucositat que es produeix als pulmons, o a partir d’un aspirat endotraqueal o dels bronquis. Aquestes tècniques s’apliquen sobretot amb persones que han desenvolupat pneumònia o que estiguin intubats amb ventilació mecànica.

- Les mostres de sang, anomenades serologia, només es realitzen un cop confirmat el diagnòstic amb PCR positiva per a COVID-19. La serologia és útil per a confirmar la resposta immune a la infecció per coronavirus.

Les més aplicades són els frotis de la nasofaringe i la orofaringe.



Il·lustració 20. Nasofaringe i orofaringe.

5.3 TÈCNICA DE RECOLLIDA DE MOSTRES PER AL DIAGNÒSTIC DE SARS-COV-2 [2]

En primer lloc, el personal sanitari que reculli la mostra s'ha de protegir per a evitar contraure la malaltia, atès que hi ha possibilitat que s'exposin al virus, ja que abans de realitzar la prova no se sap si el pacient està contagiats o no.

Per a la recollida de mostres de les vies respiratòries superiors, s'han de seguir les següents precaucions:

- Vestir una bata
- Dur mascareta amb filtratge FFP2
- Guants
- Protecció ocular
- Peücs



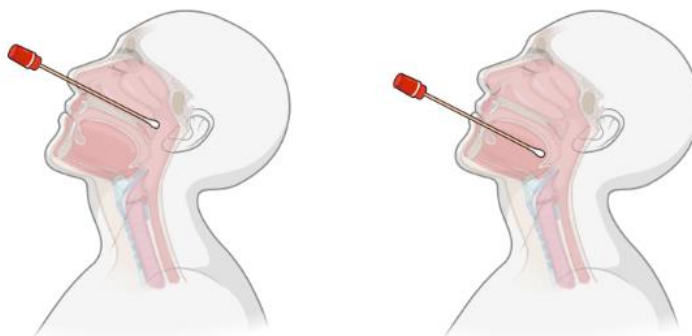
Il·lustració 21. Sanitari vestit per a fer un frotis

El frotis nasofaringi es realitza amb un bastonet fi i flexible del kit específic per a l'obtenció de mostres respiratòries per un virus. S'ha d'insertar per la fossa nasal i paral·lel al paladar. S'introdueix primer per una fossa fins a arribar a la rinofaringe i després per l'altra. El bastonet ha d'assolir una profunditat igual a la distància des de les fosses nasals fins a l'obertura externa de l'orella. Un cop el bastonet hagi entrat fins allà, es deixarà allà durant uns segons per absorbir les secrecions. Es retira el bastonet lentament mentre es gira, fent girs de 180° i es manté 5 segons en contacte amb la mucosa. Els bastonets s'introdueixen immediatament en tubs estèrils que contenen un medi de transport viral, és a dir, un conservant.

El frotis orofaringi es realitza amb un bastonet gruixut i rígid del kit específic per a l'obtenció de mostres respiratòries per un virus. El pacient ha de treure la llengua i mantenir-la quieta mentre que se li pren la mostra, fregant la paret posterior de la gola amb el bastonet (al fregar obtenim cèl·lules infectades pel virus). Els bastonets s'introdueixen immediatament en tubs estèrils que contenen un medi de transport viral, és a dir un conservant.

Si es recullen mostres de la nasofaringe i orofaringe del mateix pacient, es poden introduir els dos bastonets al mateix tub de mitjà de transport.

S'ha d'usar un bastonet per a cada tipus de frotis, un pel nasofaringi i l'altre per l'orofaringi.

Created in **BioRender.com** **bio**

Il·lustració 22. Frotis nasofaringi i frotis orofaringi Disseny de l'autora del treball

[2] Cita textual del següent document: "Documento técnico. Toma y transporte de muestras para diagnóstico por PCR de SARS-CoV-2" Publicat el 18/05/2020 pel "Ministerio de Salud del Gobierno de España".

5.4 LA TÈCNICA PCR PER A DETECTAR SARS-CoV-2

Per a detectar infecció per SARS-CoV-2 mitjançant la PCR no es pot realitzar amb la tècnica de PCR convencional, ja que aquest procediment només es pot usar quan el que es vol analitzar és ADN. En el cas del SARS-CoV-2, com és un RNA-virus, el que s'ha d'analitzar és ARN. Per a fer-ho, s'aplicarà la tècnica RT-PCR, explicada al punt 3.5 .

Primer de tot s'ha d'extreure la mostra, mitjançant els procediments de l'apartat anterior.

Un cop extreta, es duu al laboratori on es realitzarà el procés.

Aquesta mostra haurà de passar per un procés de purificació perquè la més mínima contaminació de l'ADN podria alterar els resultats. Sortosament existeixen productes per a la detecció i descontaminació.

La mostra d'ARN obtinguda, es mesclarà amb la Transcriptasa Inversa i altres reactius. En fer el frotis, també es recull material genètic humà, bacterià i en algun cas, d'altres virus. Però a la PCR, no s'amplificaran aquestes altres substàncies, només les seqüències específiques de l'ADN retrotranscrit del virus SARS-CoV-2.

Tenir el genoma complet del virus i haver-lo analitzat va ser crucial per a poder dissenyar els encebadors que detectarien SARS-CoV-2 i no SARS-CoV o algun altre virus de la família dels coronavirus.

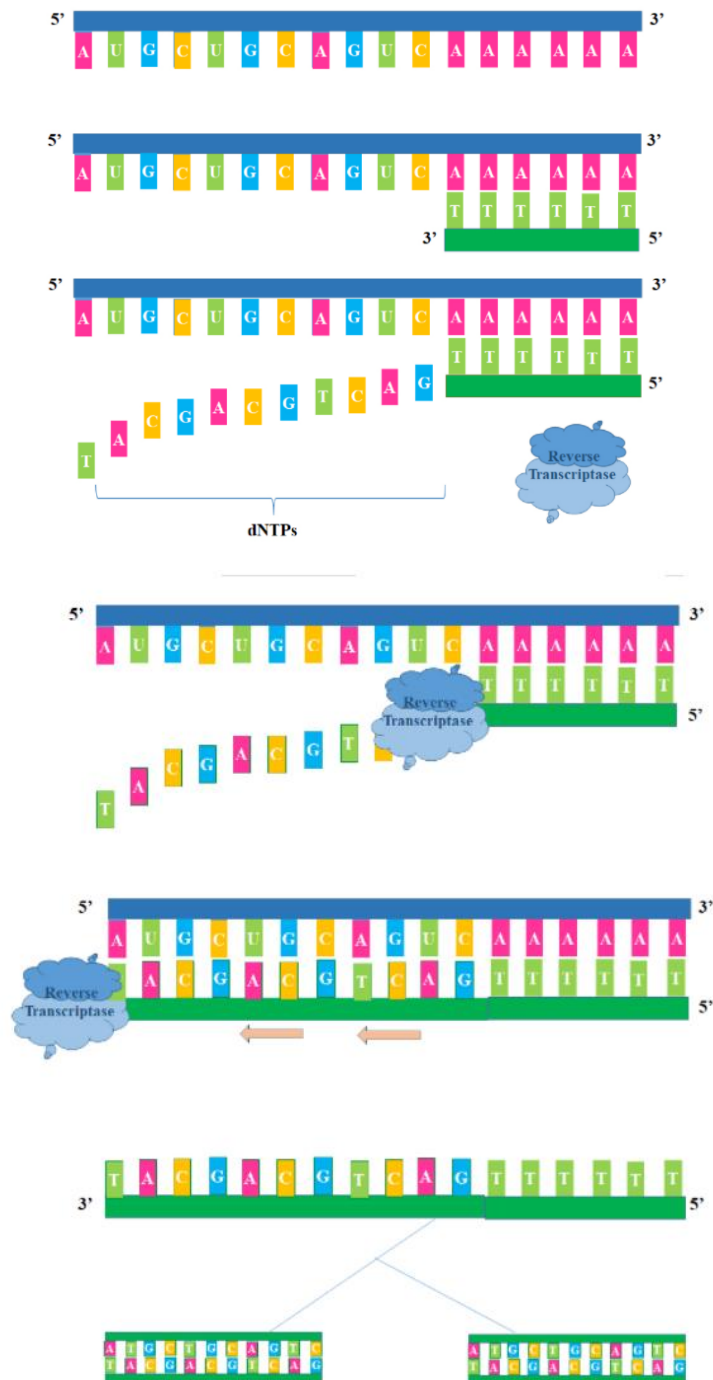
Hi ha diferents proves específiques, per a diferents parts del genoma del SARS-CoV-2, és per això que la OMS, va crear el seu propi protocol, on s'hi especifiquen els encebadors i els procediments recomanats.

Els països que van poder dur a terme les seves pròpies RT-PCR COVID-19, es van basar en el protocol de la OMS per evitar problemàtiques.

A la RT-PCR s'afegeix en el tub de la mostra del pacient uns marcadors que s'uneixen únicament a les seqüències específiques de l'ADN retrotranscrit del virus i emeten fluorescència. Es realitza, a través d'un procés digitalitzat amb l'ordinador, que fa un seguiment de la magnitud de la fluorescència de cada cicle. Al superar un determinat llindar, es confirma la presència del virus.

Si el número de cicles que s'ha hagut de fer fins a detectar ADN retrotranscrit de SARS-CoV-2 és menor, major serà la gravetat de la infecció, és a dir aquest pacient haurà contret la malaltia recentment.

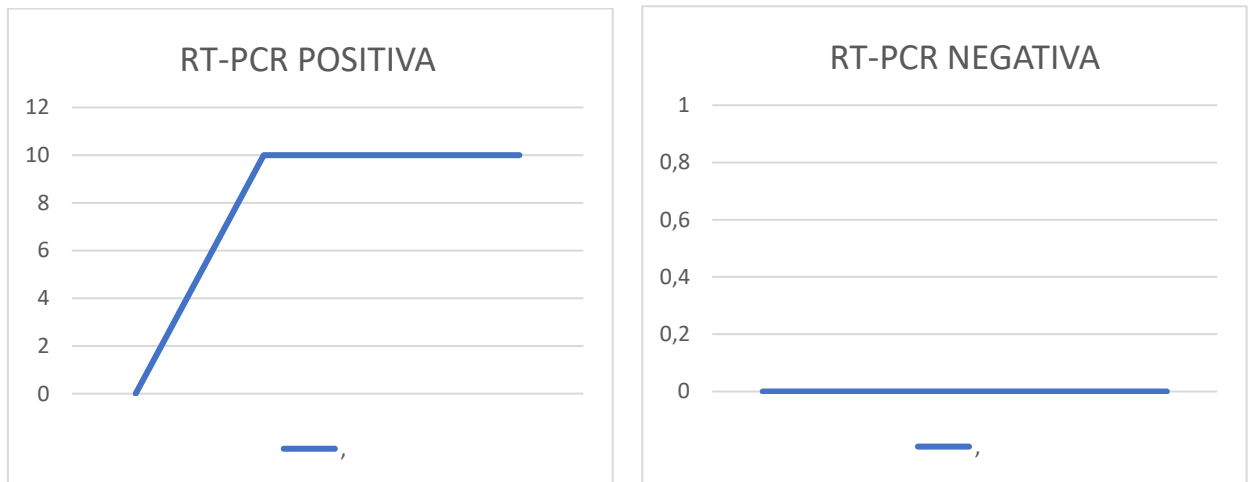
Per tant, a major quantitat de fluorescència a la mostra, major quantitat d'ADN obtingut mitjançant retrotranscripció del virus SARS-CoV-2, permetent medir en temps real la quantitat de fragments d'ADN que es vagin produint.



Il·lustració 23. RT-PCR

Podem obtenir dos resultats:

- **RT-PCR positiva:** Si es detecta un augment de la fluorescència durant la PCR, significa que hi ha presència de SARS-CoV-2 en el pacient.
- **RT-PCR negativa:** Si durant la prova no es detecta un augment de la fluorescència durant la PCR, es diu que el resultat de la prova és negatiu i que per tant el pacient no es troba infectat de SARS-CoV-2.



5.5 LIMITACIONS DE LA RT-PCR PER A DIAGNOSTICAR SARS-CoV-2

Existeixen algunes limitacions en l'ús de la RT-PCR, com a prova per al diagnòstic de SARS-CoV-2.

La RT-PCR detecta si hi ha presència de virus en aquell moment en què s'obté la mostra a les vies respiratòries superiors del pacient, i només quan la infecció està activa o als pocs dies d'haver-ho estat. Amb la RT-PCR no és possible saber si la persona infectada ha passat el virus, ja que només detecta la infecció vigent. El curs de la infecció del virus varia, és a dir, al cap de pocs dies d'haver estat infectat la major quantitat de càrrega viral, es troba a les vies respiratòries superiors. A mesura que transcorre la infecció, la càrrega viral va descendint cap als pulmons i per tant és més difícil detectar si hi ha presència de virus.

Un cop passats els 14 dies (temps què se suposa que dura la infecció i que es pot transmetre el virus), si al pacient se li realitza una prova RT-PCR, podria seguir donant positiu, degut que la prova seguiria detectant restes de l'ARN del virus i per tant n'afirmaria la seva presència tot i que la infecció no estigui vigent en aquell moment.

6. ALTRES MÈTODES DE DETECCIÓ DE LA COVID-19

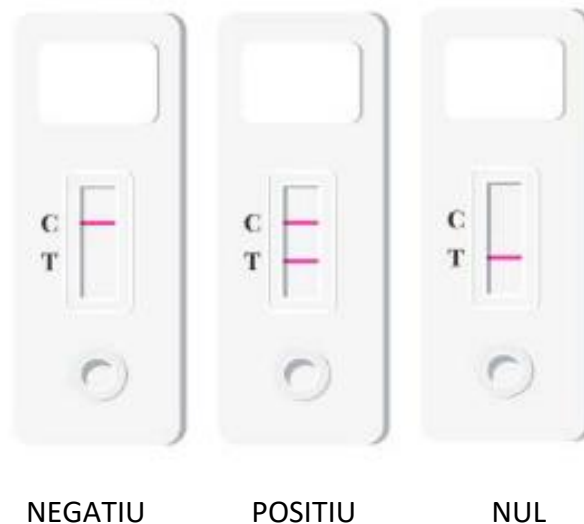
6.1 ELS TAR (Test d'Antígens Ràpid)

Els TAR (Test d'Antígens Ràpid), són una prova que també pot diagnosticar la COVID-19, però són molt poc fiables, ja que serveixen per a detectar una infecció viva, és a dir el moment més àlgid de la infecció, quan més càrrega viral hi ha. Si una persona estigués infectada però la càrrega viral fos baixa, el resultat del TAR seria negatiu.

L'avantatge que té el TAR és que no s'ha de fer en un laboratori i que en aproximadament 20 minuts es sap el resultat de la prova.

La mostra també s'obté a partir d'un frotis, però només nasofaringi o nasal. En alguns casos també es pot fer amb saliva, però no és el més habitual degut que a la saliva la càrrega viral és menor i hi ha més possibilitat d'error.

El TAR detecta algunes proteïnes del virus. Si les detecta, surten dues ratlles la C i la T, i si és negatiu,(és a dir, no les detecta) només surt una ralla a la C.



Il·lustració 24. Com interpretar el resultat dels TAR

6.2 LA TMA (Amplificació Mitjançant Transcripció)

La TMA es caracteritza per la seva alta sensibilitat, però requereix una tecnologia que no és accessible com la tecnologia que s'usa per dur a terme la PCR. La mostra que s'analitza a la TMA, és extreta a través d'un frotis orofaringi. La TMA és semblant a la PCR, ja que també amplifica la mostra que s'extreu, però la PCR es produeix augmentant i disminuint la temperatura. En canvi la TMA, és una reacció isotèrmica, és a dir, es produeix a la mateixa temperatura.

6.3 SEROLOGIA (IgG i IgM)

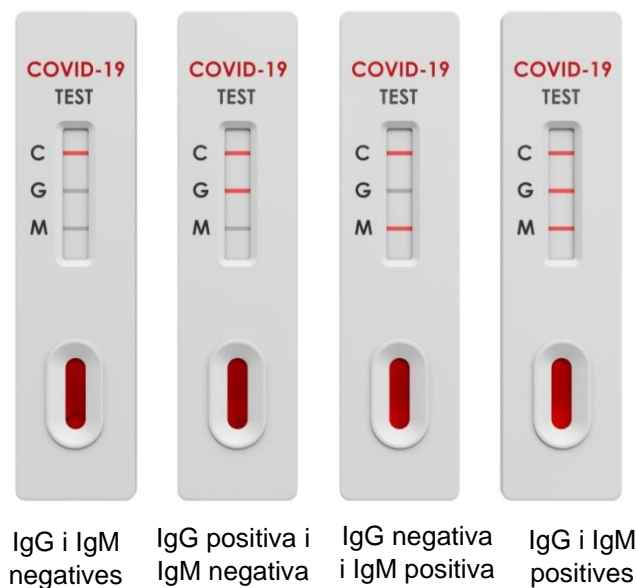
Les IgG i IgM són dues de les diverses immunoglobulines o anticossos que el nostre cos fabrica per lluitar contra diferents tipus de infeccions o cossos.

Les IgM, es troben principalment a la sang i a la limfa, aquest és el primer anticòs que fabrica el cos per combatre una nova infecció. Apareixen entre els 7 i 10 dies després de l'inici de la infecció.

Les IgG, és el tipus d'anticòs que apareix posteriorment i que més abunda al cos humà. Es troba a la sang i en altres fluids corporals i brinda protecció contra les infeccions bacterianes i víriques.

Hi ha quatre resultats possibles:

- IgM i IgG són positives: la persona està passant una infecció relativament recent i està fabricant anticossos.
- IgM és positiva i IgG és negativa: podria indicar que la persona ha patit la infecció recentment.
- IgM és negativa i IgG és positiva: mostra que la persona ha estat en contacte amb el virus i ha generat anticossos.
- IgM i IgG són negatives: la persona no ha estat en contacte amb el virus ni ha fabricat anticossos.



Il·lustració 25. IgG i IgM

7. VISITA AL LABORATORI DE L'HOSPITAL DE LA SEU D'URGELL

El 13 d'agost i el 18 de novembre de 2021 vaig fer una visita al laboratori de la Fundació Sant Hospital de La Seu d'Urgell.

La intencionalitat de la visita, era veure en directe com feien les PCR per a diagnosticar COVID-19.

Al principi de la pandèmia, el termociclador que tenien al laboratori de la FSH de La Seu d'Urgell, només els permetia fer 4 PCR alhora. Degut a això no podien assumir fer les PCR de tota la població, així que es va decidir enviar les mostres a l'hospital Arnau de Vilanova de Lleida.

Més endavant, es va invertir en un termociclador que feia possible fer 20 PCR.

El termociclador que ells usen, és de la marca "GeneXpert® System" i el procediment PCR està molt automatitzat. Han dissenyat uns cartutxos, que són una mena de potets, on hi són incorporats tots els productes necessaris per a que es produeixi la reacció PCR.



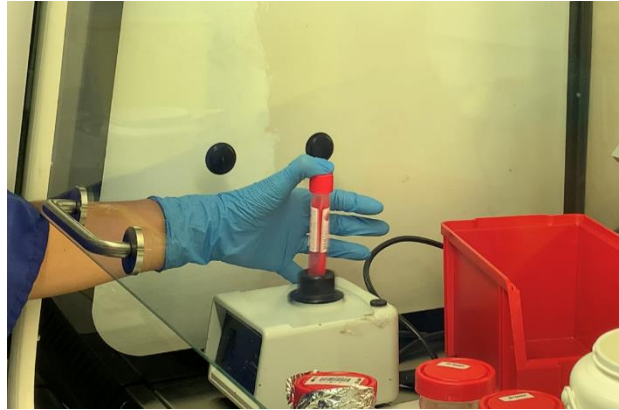
Il·lustració 26. Cartutx Cepheid GeneXpert® SARS-CoV-2

Vaig tenir l'oportunitat de veure com ho feien i a continuació explicaré el procediment que segueixen al laboratori de la FSH de La Seu d'Urgell.

1. Extreuen la mostra fent un frotis nasofaringi i orofaringi. Posen els bastonets en un tub que conté un medi conservant.
2. Porten la mostra al laboratori.
3. Un cop al laboratori, tot el que estigui relacionat amb manipular la mostra es fa sota una campana extractora. Mesclen la mostra amb l'agitador de vòrtex.



Il·lustració 27. Agitador de vòrtex



Il·lustració 28. Mostra per a PCR, essent agitada amb l'agitador de vòrtex.

4. Després amb una pipeta, que ja medeix la quantitat, s'agafa la mostra i s'inserta dins del cartutx. Un cop allà es barreja amb tots els productes.



Il·lustració 29. Obtenint la mesura necessària amb la pipeta.



Il·lustració 30. Obtenint la mesura necessària amb la pipeta.



Il·lustració 31. Insertant la mostra dins del cartutx

5. Es posa el cartutx dins del termociclador i s'inicia la reacció PCR.



Il·lustració 32. Col·locació del cartutx dins del termociclador.

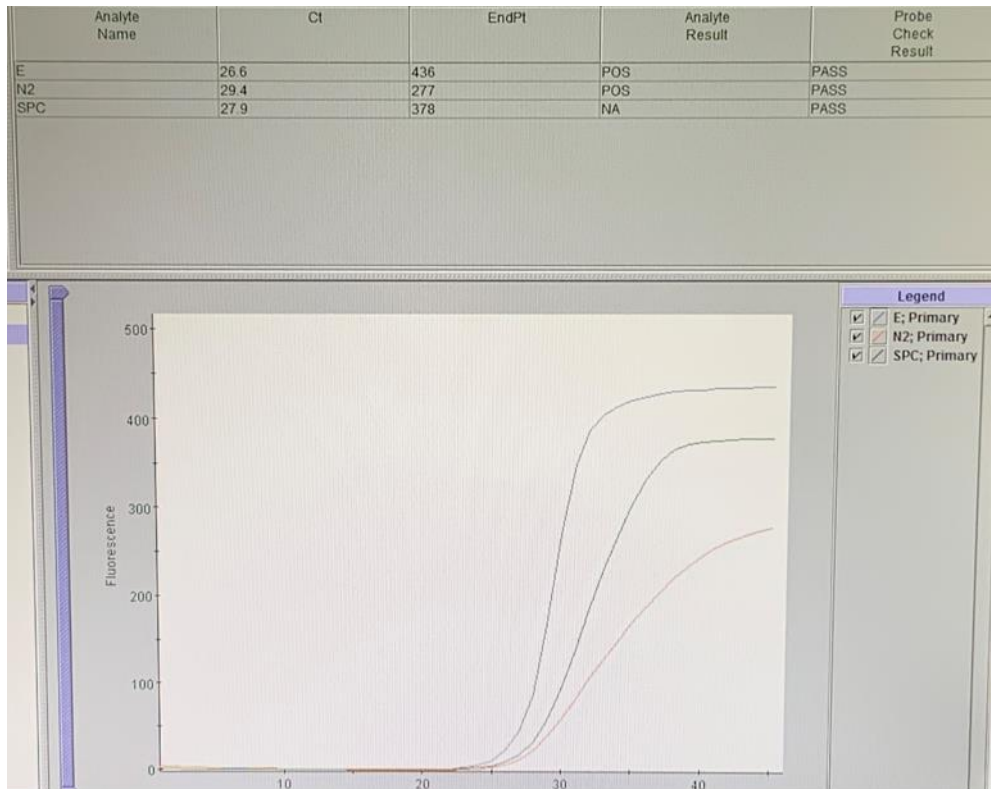
1. Al cap d'uns 50 minuts, ja podem saber el resultat de la PCR.

Aquest mètode medeix si hi ha presència d'alguna proteïna de l'embolcall del virus (E) i presència del material genètic del nucli (N2).

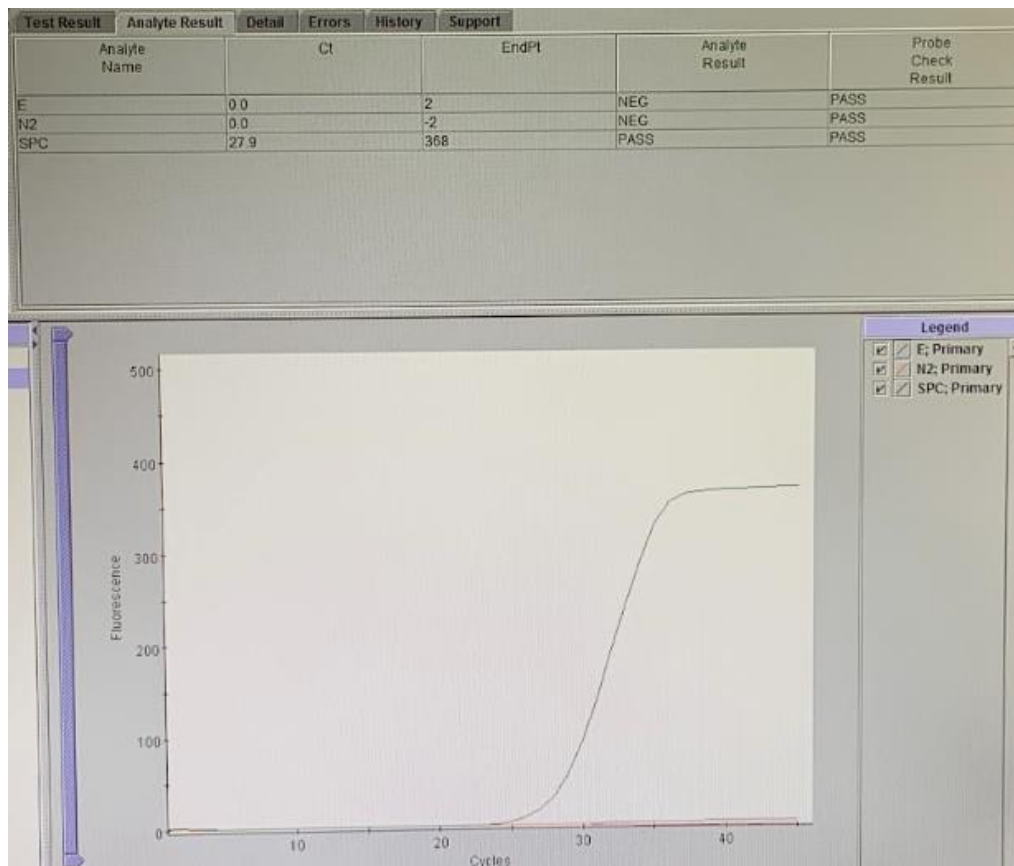
Sempre a les PCR, ha d'haver-hi SPC (control), aquesta substància indica que la PCR s'ha realitzat de manera correcta, si no hi ha presència d'aquesta, s'haurà de repetir el procediment.

Així és com s'observen els resultats:

- *Il·lustració 33.* Aquest resultat és positiu. Podem observar al gràfic, presència de les dues proteïnes (N2 i E), que medeix aquesta prova. També hi detecta SPC, i indica que la prova ha estat realitzada adequadament. Si observem la taula que hi ha a sobre del gràfic, observarem a quin cicle, s'ha detectat la presència del virus. En aquest cas s'ha detectat al cicle 26. Això significa que aquesta persona fa relativament poc que ha estat infectada.

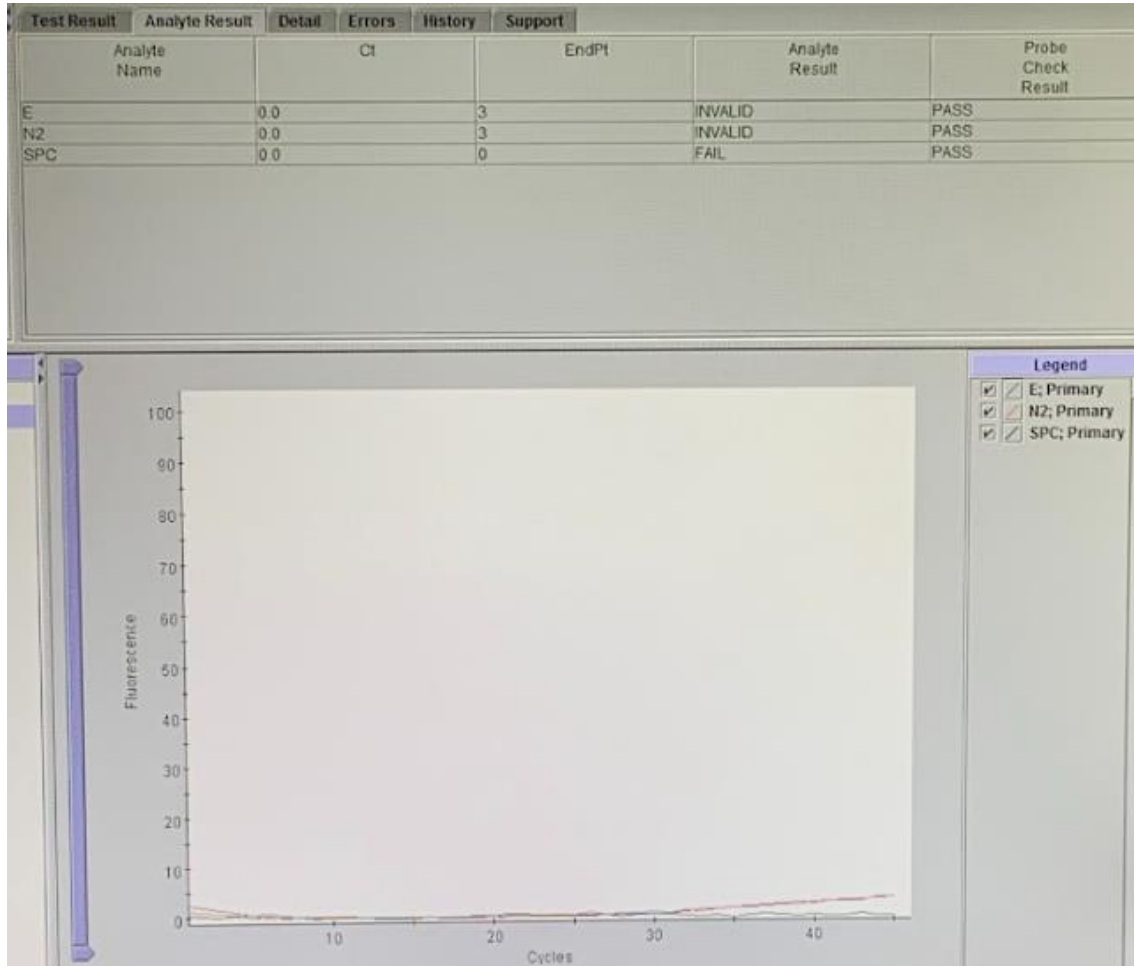


Il·lustració 33. Resultat RT-PCR per a detectar SARS-CoV-2 positiva.



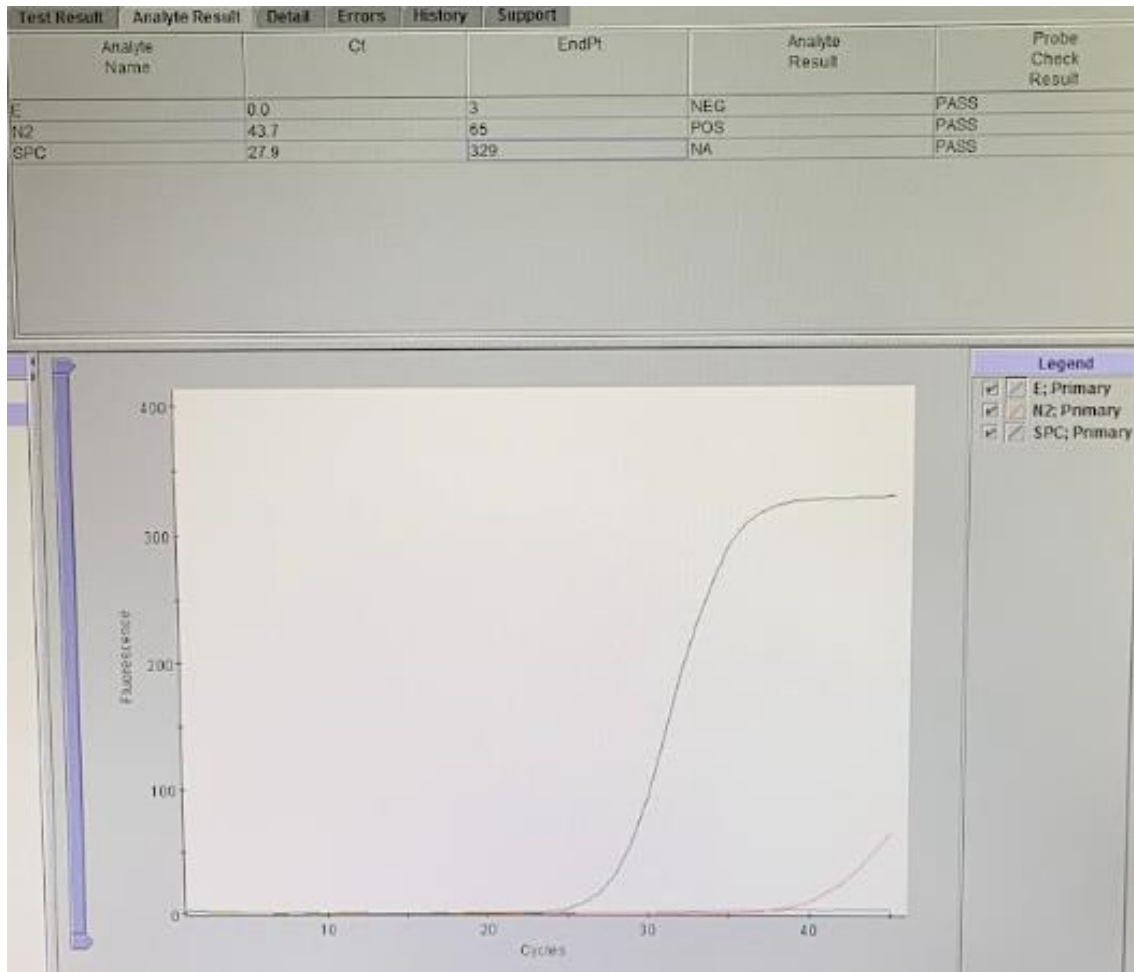
Il·lustració 34. Resultat RT-PCR per a detectar SARS-CoV-2.

- *Il·lustració 34.* Aquest resultat és negatiu, ja que al gràfic no hi observem presència de cap de les dues proteïnes. El que sí que hi observem, és SPC, que indica que la prova s'ha realitzat correctament.



Il·lustració 35. Resultat RT-PCR per a detectar SARS-CoV-2, nul.

- *Il·lustració 35* El resultat observat a la fotografia, és nul. Al gràfic no s'hi observa presència de cap de les dues proteïnes que medeix. Es podria deduir que és un resultat negatiu, però tampoc hi ha presència de SPC. Això indica que hi ha hagut algun error i que per tant la prova, s'ha de repetir.



Il·lustració 36 Resultat RT-PCR per a detectar SARS-CoV-2, positiva residual.

- *Il·lustració 36.* Aquest resultat és aparentment positiu. I sí, de fet ho és. Aquesta mostra té una peculiaritat: encara que la mostra ha resultat positiva (ja que s'hi ha detectat la proteïna N2) s'ha detectat al cicle 43. Aquesta proteïna que s'ha detectat, no pertanyeria a una infecció vigent, sinó a residus d'una anterior infecció. Si aquestes proteïnes, es detecten a partir del cicle 33-35, es considera que aquella persona (suposadament infectada), no pot contagiar el virus, ja que el que s'ha detectat són residus, és a dir, una quantitat molt petita d'ARN del virus.

CONCLUSIONS

Per a concloure aquest treball, puc dir que he assolit quasi tots els objectius que m'he proposat.

La recerca d'informació ha estat basada en articles científics, això m'ha permès ampliar els coneixements previs a la realització del treball.

Després d'haver realitzat aquest treball, entenc a la perfecció l'activitat enzimàtica que es produeix en la reacció de la PCR i els procediments i materials necessaris per a dur-la a terme. També he descobert que la tecnologia, ha permès crear uns cartutxos que tenen tots els components per a realitzar la PCR, fent que l'acció humana sigui quasi bé mínima.

He conegut els detalls estructurals i funcionals d'aquest agent víric, el SARS-CoV-2. He estudiat la seva procedència i la seva estructura, assabentant-me així de la conformació de la seva coberta i de la capacitat infecciosa d'aquesta.

Tanmateix, he aprofundit en la malaltia que causa el virus, la COVID-19, els símptomes que causa i les diferents variants d'aquesta.

Altrament, he entès perquè la RT-PCR, és la prova més fiable per al diagnòstic de la malaltia tot i que com hem vist no és l'única via de detecció.

La meva intenció, era anar al laboratori i poder manipular jo mateixa una PCR. Això no va ser possible degut a la situació de la pandèmia. Tot i així va ser una gran experiència, ja que vaig poder observar en primera persona com és l'interior d'un laboratori mèdic, la maquinària que hi ha i el que més interès tenia per a mi, poder observar com es feia una PCR.

El meu objectiu envers l'enquesta, no va donar el resultat esperat. És cert que vaig rebre moltes respostes, però degut a la diferència de respostes en cada franja d'edat vaig considerar que la estadística que he obtingut no reflexa la realitat.

Tot i que no tot ha sortit com m'havia plantejat des d'un principi, estic contenta del treball resultant. Considero que he sortit beneficiada d'aquest treball, ja que m'he nodrit de coneixements que m'apassionen i estic segura que haver fet aquest treball m'encaminarà a estudiar quelcom relacionat amb la biotecnologia.

GLOSSARI

[1] **Amplificar:** Augmentar el valor d'una magnitud. En el cas que ens ocupa, el d'una mostra d'ADN.

[2] **ADN:** Àcid desoxiribonucleic. Molècula portadora de la informació genètica en els éssers vius. La molècula d'àcid desoxiribonucleic és formada per dues llargues cadenes no ramificades de nucleòtids units covalentment per ponts 3',5'-fosfodièster.

[3] **Taq-polimerasa:** La Taq polimerasa ("Taq Pol," o simplement "Taq") és una polimerasa d'ADN (ADN-polimerasa) termoestable emprada en la tècnica de Reacció en cadena per la polimerasa (PCR) per comprovar la presència o absència d'un gen o seqüència d'ADN, amplificant un fragment d'ADN.

[4] **Termociclador:** Un termociclador, màquina de PCR o ciclador tèrmic de PCR, és una màquina usada en biologia molecular que permet realitzar de forma automàtica i programada els cicles de temperatures necessaris per a una reacció en cadena de la polimerasa d'amplificació d'ADN

[5] **Encebadors:** Segment d'ADN que és reconegut per l'ADN polimerasa per a engegar la duplicació de l'ADN.

[6] **Desnaturalització:** Acció de fer perdre les qualitats naturals i pròpies d'una substància, la qual cosa hom aconsegueix per modificació de l'estructura de la molècula.

[7] **Polimorfisme:** Presència de diverses formes d'un gen o fragment d'ADN d'un cromosoma en una població.

[8] **Bromur d'etilè:** El bromoetà, també conegut com a bromur d'etil, és un compost químic del grup dels haloalcans.

[9] **Transcriptasa inversa:** La transcriptasa inversa o retrotranscriptasa (RT en anglès) és el nom que es dona a un conjunt d'enzims de tipus ADN-polimerasa, que tenen com a funció sintetitzar ADN de doble cadena utilitzant com a motlle ARN monocatenari, és a dir, catalitzar la retrotranscripció o transcripció inversa.

[10] **ARN:** L'àcid ribonucleic (ARN, conegut igualment per la sigla anglesa RNA) és una molècula polimèrica d'importància capital en nombroses funcions biològiques, en les quals participa en la codificació, la descodificació, la regulació i l'empalmament dels gens.

[11] **Zoonosi:** Malaltia parasitària que es transmet, en condicions naturals, dels animals vertebrats a l'home, i viceversa.

FONTS D'INFORMACIÓ

BIBLIOGRAFIA

A.Serrano-Cumplido, A. Ruiz Garcia , A. Segura-Fragoso, V. Olmo-Quintana ,R.M. Micó Pérez , A. Barquilla-García y A. Morán-Bayón .Aplicación del valor umbral del número de ciclos (Ct) de PCR en la COVID-19 *Volume 47, Issue 5, July–August 2021, Pages 337-341* <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1138359321001374?via%3Dihub>>

CLAVELL REVELLES Pau. Estructura i genoma del SARS-CoV-2. Biol. on-line: Vol. 10, Núm. 1 Publicat el febrer de 2021.<<https://revistes.ub.edu>>

Espinosa Asuar. Laura GUÍA PRÁCTICA SOBRE LA TÉCNICA PCR. CAPÍTULO 17. <<http://www2.inecc.gob.mx> >

JIMENO Antonio, L. U. i. S. R. BIOLOGIA 1r BATXILLERAT. Publicat per SANTILLANA GRUP PROMOTOR.

SALAZAR CARRANZA, Luz Angélica Fulton Estenio Maldonado Santacruz, Janeth Aurora Cruz Villegas. La PCR como prueba para confirmar casos vigentes de COVID-19. EDITORIAL: Saberes del Conocimiento REVISTA: RECIMUNDO. Publicat el 20/05/2020 <<http://recimundo.com/index.php/es/article/view/824>>

Sr. Dr. D. José M. Zabey, D^a Juana M. Mulet. Mesa redonda Aplicaciones de la técnica PCR a la medicina. <<https://dialnet.unirioja.es>>

WEBGRAFIA

ÁLVAREZ, DEBORA.Origen del coronavirus SARS-CoV-2. Publicat el 08/04/2020. <<https://www.isciii.es/InformacionCiudadanos/DivulgacionCulturaCientifica/DivulgacionISCIII/Paginas/Divulgacion/DivulgacionInformeOrigenCoronavirus.aspx>> [16/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. ¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA UN TERMOCICLADOR?. <<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-y-como-funciona-un-termociclador>> [16/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. Publicat el 27/03/2020. <<https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>> [02/12/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Crisis sanitaria COVID-19: Normativa e información útil. <<https://administracion.gob.es/pag/Home/atencionCiudadana/Crisis-sanitaria-COVID-19.html>> [28/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. [Salut/ Dades COVID](#). <https://dadescovid.cat/tar_simpt?tipus=global&id_html=id_total&sdes=0&tipus_territori=aga&drop_es_residencia=2&scol=PCR> [03/12/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Electroforesis de proteínas y de ácidos nucleicos. <<http://biomodel.uah.es/tecnicas/elfo/inicio.htm>> [27/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Información general sobre test de diagnóstico de COVID-19. <<https://www.aemps.gob.es/la-aemps/ultima-informacion-de-la-aemps-acerca-del-covid%E2%80%9119/informacion-general-sobre-tests-de-diagnostico-de-covid-19/?lang=ca>> [15/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Kary Mullis el inventor del examen PCR, no creía en el VIH. 05/12/2019 <<https://www.antronio.cl/temas/karymullis-el-inventor-del-examen-pcr-no-cre%C3%ADa-en-el-vih.1329592/>> [08/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Publicat per la web Khan Academy. <<https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/polymerase-chain-reaction-pcr>> [19/11/2021]

AUTOR DESCONEGUT. Solución Amortiguadora-Tampón <<https://www.vadequimica.com/quimipedia/s/solucion-amortiguadora-tampon/>> [14/11/2021]

AVIÀ I NÓVOA, Blai. Quins són els símptomes de la variant òmicron? Hi ha diferències amb la delta?. < <https://vilaweb.cat/noticies/simptomes-variants-omicron/> > [15/12/2021]

CANAL SALUT. Malaltia pulmonar obstructiva crònica (MPOC). <https://canalsalut.gencat.cat/ca/detalls/article/Malaltia_pulmonar_obstructiva_cronica> [02/12/2021]

Cepheid's GeneXpert® System. Transforming Patient Pathways with Fast PCR Results. <https://www.cepheid.com/transforming-patient-pathways?utm_campaign=SEARCH_SYS_EMEA_Patient-Pathways&utm_medium=cpc&utm_source=google&qclid=CjwKCAiA78aNBhAI EiwA7B76p8oZZly-bi1JK7c5119IQHfQycnFCzPDTlwSs3z484nApNXumaHygRoCZvkQAvD_BwE> [01/09/2021]

CHECA ROJAS, ALBERTO (2016). Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Publicat per Conogasi.org el 20 de març del 2018. <<https://conogasi.org/articulos/reaccion-en-cadena-de-la-polimerasa-pcr-2/>> [02/10/2021]

FERRER, R. Pandemia por COVID-19: el mayor reto de la historia del intensivismo. Publicat l'agost de 2020. < <https://www.medintensiva.org/es-pandemia-por-covid-19-el-mayor-articulo-S0210569120301017>> [02/12/2021]

GALLARDO PONCE, Isabel . PCR, IgG, IgM y antígenos: ¿Cómo sé si he pasado el coronavirus?. <<https://cuidateplus.marca.com/bienestar/2020/07/30/pcr-igg-e-igm-como-se-he-pasado-coronavirus-174147.html> > [15/12/2021]

GALLARDO PONCE, Isabel . TMA: otro test de coronavirus con igual poder diagnóstico que la PCR. < <https://cuidateplus.marca.com/bienestar/2020/12/11/tma-test-coronavirus-igual-diagnostico-pcr-175995.html> > [15/12/2021]

GARGI Khandelwal. Dr. Kary Banks Mullis. <<https://scixplore.wordpress.com/2020/10/01/dr-kary-banks-mullis/>> [08/11/2021]

GARRIDO Gemma / ESPARCH Pau. Tanquen escoles, instituts i universitats a tot Catalunya per frenar el coronavirus. DIARI ARA. Publicat el 12/03/2020. <https://www.ara.cat/societat/escoles-tanquen-coronavirus-instituts-catalunya-dilluns-classes-centres_1_1175360.html> [25/11/2021]

HIRSCH, Larissa . ANÁLISIS DE SANGRE: Immunoglobulinas (IgA, IgG, IgM). <<https://kidshealth.org/es/parents/test-immunoglobulins.html> > [15/12/2021]

MARCILLO KAREN GABRIELA. Desnaturalización y Renaturalización de la cadena de ADN. Data de publicación 29 de enero de 2016 <<https://es.slideshare.net/karengabrielamarillovalencia/denaturalizacin-y-renaturalizacin-de-la-cadena-de-adn>> [27/11/2021]

MEGÍA GONZÁLEZ Rubén. PCR: qué es y qué aplicaciones tiene. 1 ABRIL 2020. <<https://genotipia.com/pcr/> > [11/11/2021]

MINISTERIO DE SALUD. Documento técnico.Toma y transporte de muestras para diagnóstico por PCR de SARS-CoV-2. Publicat el 18/05/2020. <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/202005018_Toma_muestras.pdf> [05/11/2021]

Personal de MAYO CLINIC. *Enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19)*. Publicat el 01/12/2021 <<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/coronavirus/symptoms-causes/syc-20479963>> [02/12/2021]

Personal de MAYO CLINIC. *Pruebas de diagnóstico para COVID-19*. <<https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/covid-19-diagnostic-test/about/pac-20488900>> [02/10/2021]

RITCHIE Hannah i altres - "Coronavirus Pandemic (COVID-19)". Publicat a OurWorldInData.org el 2020 <<https://ourworldindata.org/coronavirus>> [05/12/2021]

SÁNCHEZ BONASTRE, Dr. Armand. La reacció en cadena de la polimerasa (PCR). Publicat per TECA (Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació) , Vol.11, núm. 1, el juliol del 2009. <<https://raco.cat/index.php/TECA/article/view/54469/343526>> [25/10/2021]

VÉLEZ Juan MD. Sistema respiratorio. <<https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/sistema-respiratorio-es> >. [27/11/2021]

YANES Javier. Kary Mullis, el genio de un científico, la excentricidad de una celebrity. Publicat per OpenMind BBVA el 27 de desembre de 2019. <<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/kary-mullis-genio-cientifico-la-excentricidad-una-celebrity/>> [12/10/2021]

ÍNDIX IMATGES

Il·lustració 1. <https://gairdner.org/wp-content/uploads/2017/03/Kary-B-Mullis.jpg>
Il·lustració 2. https://img.medicaexpo.es/images_me/photo-mg/104163-15367417.jpg

Il·lustració 3. https://www.werfen.com/mx/sites/default/files/2020-04/Genexpert-2_1.jpg

Il·lustració 4. Dissenyada per l'autora del treball. Created with BioRender.com

Il·lustració 5. Dissenyada per l'autora del treball. Created with BioRender.com

Il·lustració 6. Dissenyada per l'autora del treball. Created with BioRender.com.

Il·lustració 7 <https://www.lensforvision.com/wp-content/uploads/2020/03/Coronavirus-desde-microscopio-1180x760.jpg>

Il·lustració 8 <https://www.apsf.org/wpcontent/uploads/newsletters/2020/3502/coronavirus-covid-19.png>

Il·lustració 9 <http://planetafacil.plenainclusion.org/wpcontent/uploads/2020/01/wuhan.png>

Il·lustració 10 Dissenyada per l'autora del treball. Created with BioRender.com

Il·lustració 11 Estructura i genoma del SARS-CoV-2. Biol. on-line: Vol. 10, Núm. 1 Publicat el febrer de 2021. BioRender.com

Il·lustració 12 Estructura i genoma del SARS-CoV-2. Biol. on-line: Vol. 10, Núm. 1 Publicat el febrer de 2021. BioRender.com

Il·lustració 13 Estructura i genoma del SARS-CoV-2. Biol. on-line: Vol. 10, Núm. 1 Publicat el febrer de 2021. BioRender.com

Il·lustració 14 Estructura i genoma del SARS-CoV-2. Biol. on-line: Vol. 10, Núm. 1 Publicat el febrer de 2021. BioRender.com

Il·lustració 15 <https://www.previntegral.com/img/uploads/simptomes-covid-19.jpg>

Il·lustració 16 https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/donotpost-mockups/322041-AB_OD_COVID_19_Strain-vs-DeltaVariant_SM_08-25-21_Insta.jpg

Il·lustració 17. https://static.dw.com/image/57085832_101.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/La_faringe.svg/1200px-La_faringe.svg.png

Il·lustració 18. https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#trends_dailycases

Il·lustració 19
<https://www.clinicbarcelona.org/uploads/media/default/0004/20/9e835b92c161c20bf3367c3f3debb20478f7d83d.jpg>

Il·lustració 20
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/La_faringe.svg/1200px-La_faringe.svg.png

Il·lustració 21
https://lh3.googleusercontent.com/proxy/bWWZJ29KZmeeQrxOMXuJ_Kza_aEnYDhAkNEoCFUDmPk2tcKXSq4UeeRqoAGCnmpJjKb0V8Sop-AVgsjdEwNrR1NZ1QMXOujh6RKv60TMnFJ7IDPDKzTC7EPwsBIQKgKF6su_nGAPJMgKO5uKijaPPFchoRGDF2wm-62zVWLUFYT6U6o9SBIjYZvzGpBc

Il·lustració 22 Dissenyada per l'autora del treball. Created with BioRender.com.

Il·lustració 23
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/RT_PCR_Model.jpg

Il·lustració 24 <https://okfarma.es/img/cms/test-covid.jpg>

Il·lustració 25 <https://www.quimigen.com/upload/rapid-tests-nab2yc.jpg>

Il·lustració 26 https://www.cepheid.com/Product%20Images/Tests/image-thumb__1639__img-thumb/Xpert-SARS-COVID-19.png

Il·lustració 27 https://www.tecnylab.es/10253-large_default/agitador-lbx-vortex-vel-variable-.jpg

Il·lustració 28 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 29 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 30 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 31 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 32 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 33 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 34 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 35 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 36 Fotografia realitzada per l'autora del treball

Il·lustració 37 Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

Il·lustració 38 Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

Il·lustració 39 Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

Il·lustració 40 Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

Il·lustració 41 <https://ourworldindata.org/coronavirus/country/spain>

Il·lustració 42 <https://ourworldindata.org/coronavirus/country/spain>

Il·lustració 43

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiODA4NjI3ZmltYjgyYS00MTUzLTlkNWEtMDMyYzg0YzA0MmY3IiwidCI6IjNiOTQyN2RjLWQzMGUtNDNiYy04YzA2LWZmNzI1MzY3NmZlYyIsImMiOjh9&pageName=ReportSection882f295efba528bcbcad>

Il·lustració 44 <https://aguas.gencat.cat/ca/actualitat/ultimes-dades-coronavirus/mapa-per-municipis/>

ANNEXOS

ENQUESTA

Per a completar el meu treball, vaig decidir realitzar una enquesta, que principalment havia de ser la part pràctica. Però degut que no aportava al meu treball el que esperava, l'he afegit a l'apartat dels annexos per a complementar. La varen respondre 450 persones.

Entre aquestes, 318 pertanyien al sexe femení i 132 al masculí.

Les franges d'edat, les vaig dividir segons les franges d'edat establertes per la vacunació contra la COVID-19.

- 0-12 anys
- 13-18 anys
- 19-30 anys
- 31-45 anys
- 46-64 anys
- més de 65 anys

Els vaig preguntar si havien passat la COVID-19 i aquestes van ser les seves respostes:

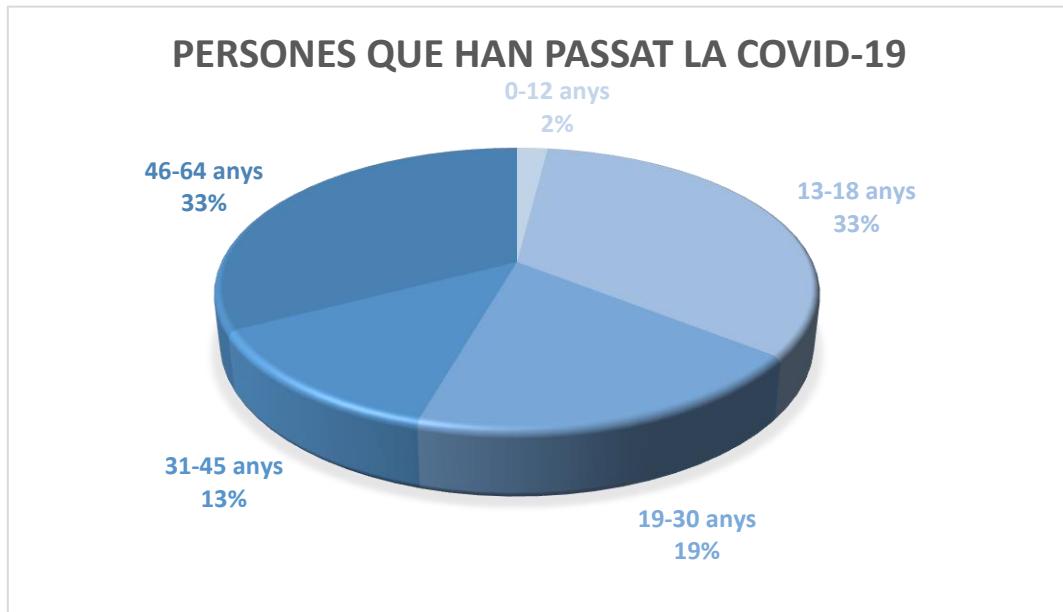


Il·lustració 37. Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19. Pregunta: Has passat la COVID-19?

Vaig poder observar que la majoria de persones que van respondre l'enquesta, no havien passat la COVID-19.

Per a concretar més, al fer el buidatge de l'enquesta, vaig voler analitzar entre quines edats es situava la majoria de persones que havien passat la malaltia. Tot

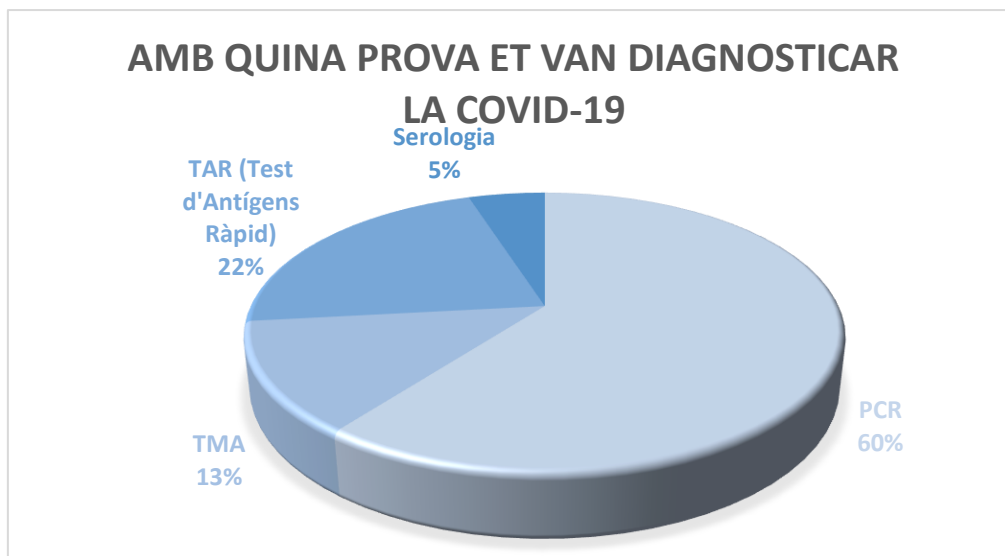
pot ser, que fos cosa d'atzar i que responguessin l'enquesta més gent d'aquella edat que d'una altra.



Il·lustració 38. Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

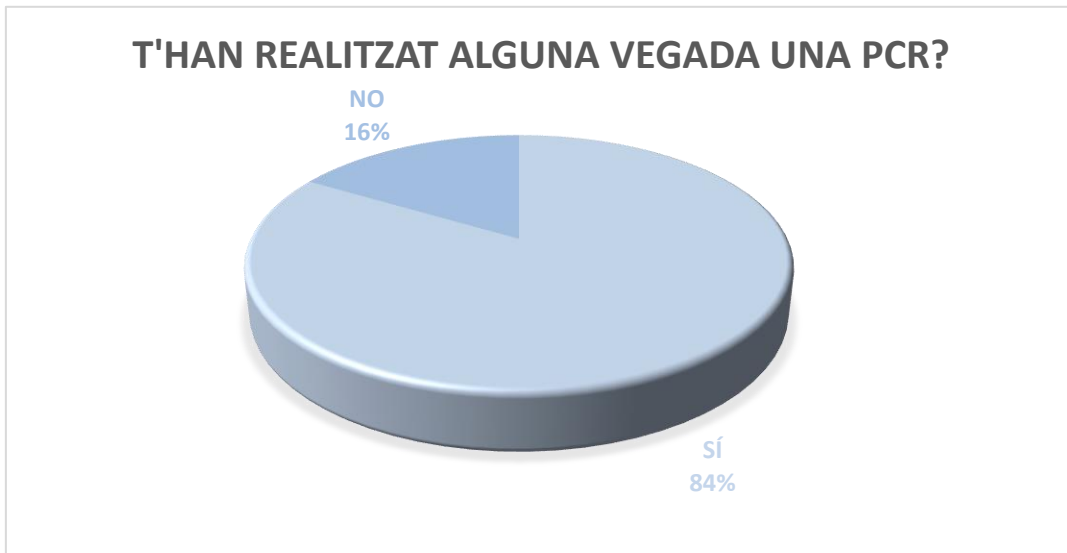
La gran majoria de persones que han passat la COVID-19 se situen entre 13 i 18 anys i 46 i 64 anys.

A les persones que van passar la COVID-19, els vaig preguntar amb quin mètode els havien detectat la malaltia, a continuació, les respostes:



Il·lustració 39. Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

A la majoria de persones, els van detectar la malaltia a través de la PCR.

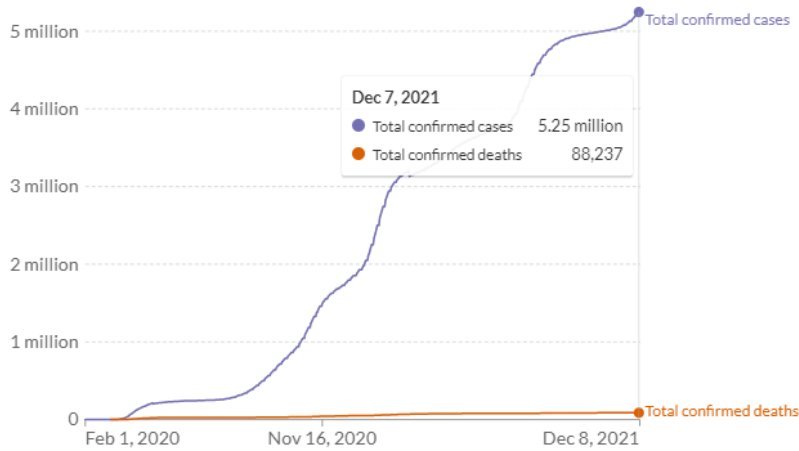


Il·lustració 40. Enquesta PROVES DE DIAGNÒSTIC DE COVID-19.

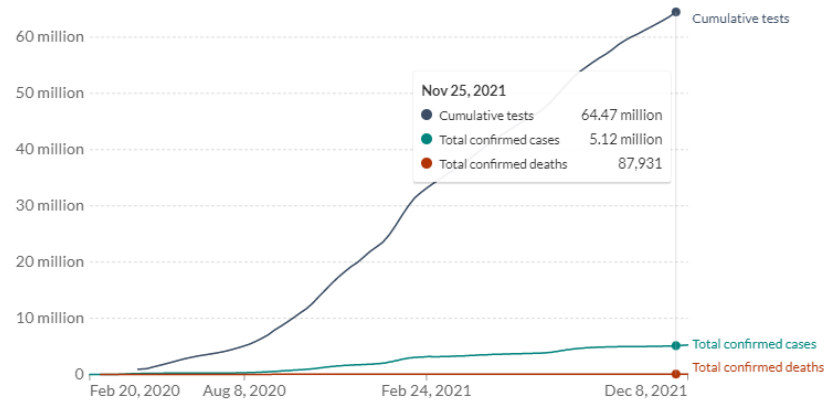
Al 84% de les persones que varen contestar l'enquesta, els han fet una PCR alguna vegada. A la majoria de persones els hi havien fet, per ser contacte estret d'una persona que havia estat infectada pel SARS-CoV-2.

ESTADÍSTICA

COVID-19 A ESPANYA



Il·lustració 41. Dades COVID-19 a Espanya fins el 8/12/2021. Our world in data

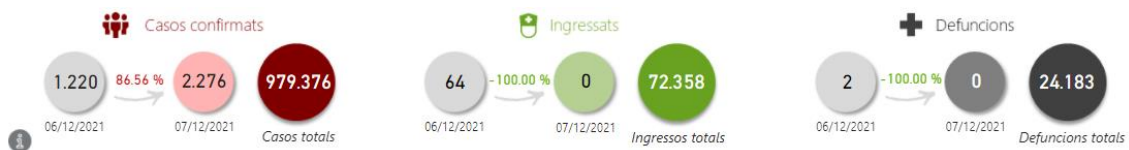


Il·lustració 42. Dades tests per diagnosticar la COVID-19 a Espanya fins el 25/11/2021. Our world in data.

En els quasi 2 anys que portem de pandèmia a Espanya, s'hi ha detectat 5.25 milions de casos i han mort a causa de la COVID-19 88.237 persones.

A Espanya, fins el 24 de novembre, s'havien realitzat 64,47 milions de tests per a diagnosticar la COVID-19.

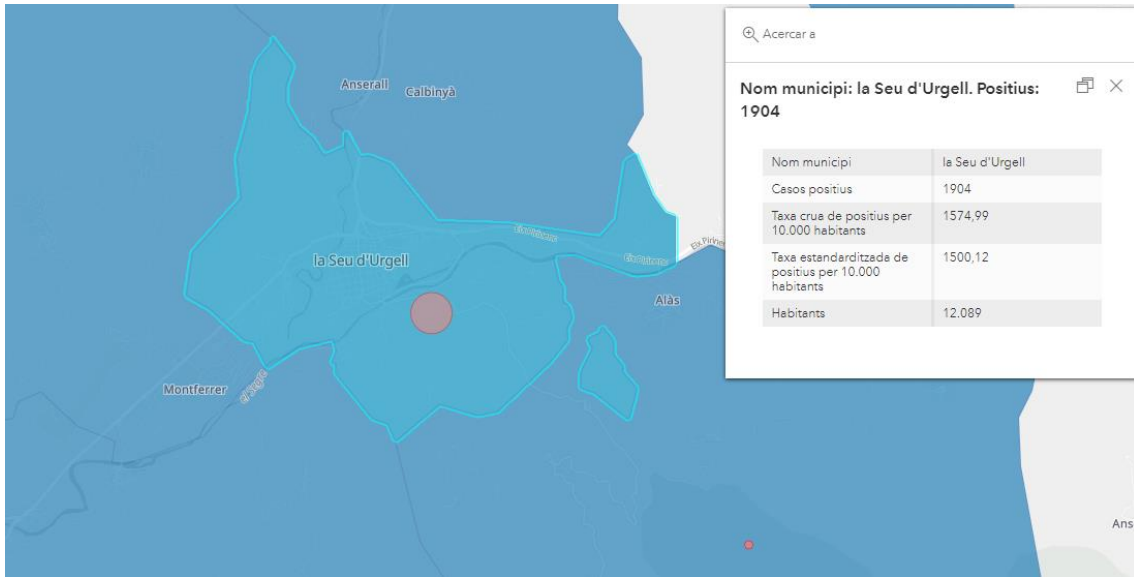
COVID-19 A CATALUNYA



Il·lustració 43. Casos, ingressos i defuncions a Catalunya, per COVID-19

En aquesta imatge, podem observar el nombre de casos confirmats a la comunitat autònoma de Catalunya, els pacients ingressats i les defuncions que hi ha hagut a causa de la COVID-19.

COVID-19 AL MUNICIPI DE LA SEU D'URGELL



Il·lustració 44. Dades COVID-19 al municipi de La Seu d'Urgell