

Col·legi La Salle Reus

UNA MIRADA DIFERENT DEL COS HUMÀ

Tutora: Roser Escofet Cabeza

Alumna: Carol Subirats Ramírez

Curs: 2n BAT

Promoció: 2021-2022

“ El punt de vista des del que mires pot canviar-ho tot.”

Robert Gonsalves

ABSTRACT

The aim of this project is to ensure that people with Autistic Spectrum Disorder (ADS) in a scholar stage can be able to understand and learn the functioning of the human body, in particular the operation of the digestive; respiratory; circulatory and urinary systems. To accomplish this objective three functional anatomic models have been created. These systems include electronic equipment which reproduce the running of the previously cited human systems. The electronic equipment is controlled by an app that commands the orders that the motors and pumps must comply with by Bluetooth. All these models have been designed keeping in mind the troubles and aptitudes of the people with ASD.

ÍNDIX

1.METODOLOGIA.....	4
2. INTRODUCCIÓ AL TEA	8
2.1. Recorregut per la història del TEA	8
2.2. El TEA a l'actualitat	9
2.3. El pensament visual	10
2.4. L'educació de persones amb TEA.....	10
2.5. Els TEA d'altres i baixes capacitats	12
2.6. La comunicació alternativa.....	12
2.7. SAAC.....	13
2.8. TIC.....	14
2.9. Continguts a desenvolupar a la part pràctica	15
2.9.1. El cos humà.....	16
2.9.1.1. L'aparell digestiu	16
2.9.1.1.1. El tub digestiu	16
2.9.1.1.2. Les glàndules annexes	16
2.9.1.1.3. Funcionament.....	17
2.9.1.2. El sistema urinari	18
2.9.1.2.1. Funcionament.....	18
2.9.1.3. El sistema circulatori	19
2.9.1.3.1. Funcionament.....	19
2.9.1.4. L'aparell respiratori	20
2.9.1.4.1. Funcionament.....	20

2.9.1.4.1.1. La ventilació pulmonar	21
2.9.1.4.1.2. L'intercanvi de gasos	22
3. UNA MIRADA DIFERENT DEL COS HUMÀ	23
3.1. Construcció de l'exterior del cos humà.....	23
3.1.1. Materials i eines emprades	23
3.1.2. Procés de construcció.....	24
3.1.2.1. Emmotllament de la figura d'argila.....	24
3.1.2.2. Partage.....	25
3.1.2.3. Elaboració del motlle	26
3.1.2.4. Creació del maniquí amb cartró pedra.....	28
3.1.2.5. Recobriment del prototip amb paper kraft.....	30
3.1.2.6. Últims detalls	31
3.2. Elaboració dels òrgans	32
3.2.1. El cor	32
3.2.2. El fetge, l'estómac, els ronyons, la bufeta de l'orina i la vesícula biliar ..	33
3.2.2.1. Materials emprats	33
3.2.2.2. Procés de fabricació	33
3.2.3. Els pulmons	34
3.2.3.1. Materials i eines utilitzades.....	34
3.2.3.2. Elaboració dels pulmons	35
3.3. Creació del codi de l'Arduino	36
3.3.1. Definició de variables	36
3.3.2. Configuració del codi	37
3.4. Programació amb blocs de l'aplicació.....	38
3.5. Cablejat	42
3.6. Muntatge dels sistemes	43

3.7. Posada en pràctica dels models anatòmics	46
3.7.1. Aula de primària adaptada	46
3.7.2. Aula de secundària adaptada 1	47
3.7.3. Aula de secundària adaptada 2	47
3.8. Enquestes realitzades a l'equip educatiu	48
4. CONCLUSIONS	49
5. BIBLIOGRAFIA	52
6. ANNEX	56
6.1. Materials i eines emprades en la construcció del tors i del cor	56
6.2. Imatges del procés de construcció dels tres torsos	58
6.3. Imatges del procés de construcció dels òrgans.....	61
6.4. Fotografies del cablejat	64
6.5. Imatges del muntatge dels models anatòmics i dels materials emprats	66
6.6. Fotografies de les sessions al CPEE Alba	68
6.7. Preguntes de l'enquesta	69

1. METODOLOGIA

Amb els transcurso dels anys s'han fet descobriments relacionats amb què és el trastorn de l'espectre autista, que durant la resta del treball s'anomenarà TEA, quines són les seves causes, quins tractaments farmacològics i quines intervencions poden millorar la qualitat de vida de les persones que el pateixen. Tot i així hi ha moltes coses que queden per descobrir i la ciència, la neuropsicologia, i el món educatiu continuen tenint un gran repte per abordar la complexitat d'aquest trastorn.

Any rere any i conforme sorgeixen nous avenços la definició de TEA i les tècniques d'intervenció per a aquest trastorn varien. Això provoca un desconcert davant de com han d'actuar els educadors i quins recursos són els més efectius i per tant són els que han d'emprar.

La intervenció educativa en l'alumnat amb TEA acostuma a prioritzar les àrees socials, comunicatives i d'autonomia personal que són en les que presenten més dificultats. És per això que hi ha pocs recursos adaptats destinats a ajudar als educadors a ensenyar a aquest nens i nenes conceptes com el funcionament del cos humà.

Per aquest motiu es va decidir que aquest treball giraria entorn a construir una eina destinada especialment a ajudar als alumnes amb TEA el funcionament del cos humà, considerant les seves limitacions; les formes d'aprenentatge més efectives per a ells i també tenint en compte que cada persona amb TEA és única i té capacitats diferents.

A partir de l'anterior reflexió es va redactar la següent hipòtesi: Potser l'elaboració d'uns models anatòmics funcionals en 3D, controlats a través d'una aplicació i que utilitzen recursos visuals; facilita l'aprenentatge del funcionament del cos humà dels alumnes amb TEA.

A partir de la hipòtesi formulada els objectius que es pretenen complir amb l'elaboració d'aquest projecte són els següents:

En primer lloc, fer una recerca sobre les limitacions i dificultats amb les que es troben els estudiants amb TEA; sobre el millor mètode d'ensenyament per als nens i nenes que pateixen aquest trastorn i sobre com els hi ajuden les noves tecnologies a aprendre.

En segon lloc, elaborar una eina de suport que serveixi per mostrar i ensenyar als alumnes amb TEA el funcionament dels aparells respiratori i digestiu i dels sistemes circulatori i urinari.

En tercer lloc, posar en pràctica els models anatòmics funcionals en una escola d'educació especial amb alumnes amb TEA per tal d'avaluar la seva funcionalitat.

Finalment, parlar amb psicòlegs i educadors per tal de fer un recull de propostes de millora dels models segons la sessió realitzada al centre.

Aquest tema va sorgir després de cavil·lar altres opcions. Des del primer moment es tenia clar que es volia fer la recerca sobre un tema relacionat amb la medicina, però no es sabia ben bé quin. La primera idea que es va tenir va ser relacionar l'ús de l'energia nuclear amb la medicina moderna però finalment es va descartar després de veure algunes de les presentacions dels treballs de recerca d'alumnes de la Salle Reus, ja que des d'aquell moment es va decidir que de part pràctica es volia elaborar un prototip. Aquesta decisió es va prendre perquè els treballs que més van cridar l'atenció eren els que es basaven en l'elaboració d'alguna maqueta o producte.

Es va estar molts dies pensant però no va sorgir cap idea que combinés la medicina i el prototipatge fins que finalment va estar la meva mare qui em va proposar que el prototip que s'elaborés anés destinat a ajudar als alumnes amb discapacitat a entendre millor el funcionament del cos humà.

Per tal d'acotar més la recerca es va decidir centrar l'elaboració del prototip en les dificultats i aptituds de les persones amb TEA.

Un cop realitzada la investigació es va saber que aquestes persones aprenen més fàcilment amb l'ajuda de recursos visuals i que l'ús de tecnologies els hi fa més amè l'aprenentatge perquè proporcionen un entorn controlable.

Gràcies a aquesta informació finalment es va poder decidir que es construïren tres models anatòmics funcionals que representarien els aparells circulatori, respiratori, excretor i digestiu i que a més a més serien controlats a través d'una aplicació que utilitzaria pictogrames per representar els diferents aparells.

Per elaborar els models anatòmics el primer que es va construir van estar les cobertes exteriors amb forma de persona, tot seguit es van elaborar els òrgans. Una vegada realitzades les tasques manuals es va procedir a programar i muntar la part electrònica. En primer lloc es va buscar informació sobre com programar un arduino perquè rebés senyals via Bluetooth i més tard amb l'aplicació Arduino es va programar el codi. En segon lloc amb la pàgina App Inventor de la MIT es va crear una aplicació per enviar senyals via Bluetooth. Finalment es va elaborar el muntatge del arduino, el Bluetooth i els motors, bombes i l'aspirador que fan que els sistemes siguin funcionals.

Per tal que es pugui observar el resultat final del projecte s'ha penjat un vídeo a YouTube al qual es pot accedir a partir del següent enllaç: <<https://youtu.be/zQPU7QeoMTQ>>

Durant l'elaboració del treball s'han trobat diverses dificultats tant durant la redacció de la part teòrica com durant l'elaboració de la part pràctica.

Va ser complicat trobar informació sobre quins són els recursos i les estratègies més òptimes per a l'educació d'alumnes amb TEA perquè la majoria de es centrava en l'assoliment d'aptituds socials.

El fet de que cada alumne amb TEA presenti unes necessitats especials va fer que el disseny d'un prototip i d'una aplicació que s'adaptés a tots fos una tasca complexa.

Durant la construcció dels torsos un dels tres es va esgarrar per dins al extreure'l del motlle degut a que no estava prou sec, per això es va haver de reparar amb cola de farina i més cartó pedra.

Un altre problema va estar que el tub que formava l'intestí va trigar més d'un mes en arribar i quan va arribar es va comprovar que no era prou flexible com per simular l'intestí prim i totes les voltes que fa, per això es va haver de demanar un altre. Al fer muntatge es va veure que els òrgans que s'havien fabricat eren massa grans per al tors i per lo tant es van haver de refer tots.

L'elaboració del codi de l'arduino i el muntatge de la part electrònica han estat tot un repte. El primer perquè mai s'havia programat un Arduino sense utilitzar blocs i el segon perquè no es tenia cap coneixement sobre com s'havien de distribuir el cables, de quina manera funcionaven les bombes d'aigua, com es podia distribuir des d'un mateix arduino la informació a cadascun dels sistemes ...

L'elaboració d'aquest projecte no hagués sigut possible sense l'assessorament del Francisco José Ramírez Ferrer, enginyer industrial i instructor d'operacions de centrals nuclears, que m'ha ajudat en la part informàtica i electrònica del projecte. Vull agrair al Joan Iniesta, professor d'art de l'escola Cristòfol Despuig de Tortosa i propietari del Calaix del Sastre; un taller d'artesanía, per ensenyar-me l'art d'elaborar gegants i permetrem assistir diàriament durant dos mesos al seu taller per construir els torsos dels prototips. La posada en pràctica dels models anatòmics ha estat possible gràcies als professionals del Col·legi Públic d'Educació Especial Alba, que m'han permès compartir el meu projecte amb els alumnes de l'escola. Finalment m'agradaria donar les gràcies a la meva tutora del treball de recerca Roser Escofet Cabeza per acompanyar-me durant tot el procés de realització d'aquest projecte i resoldre'm tots aquells dubtes que m'han anat sorgint.

2. INTRODUCCIÓ AL TEA

La introducció consta de tres parts principals.

En primer lloc, s'exposa que és el TEA, i quines són les seves característiques i origen. En segon lloc es fa una breu introducció a l'educació de les persones amb TEA, les necessitats especials que presenten i les eines que afavoreixen el seu aprenentatge i finalment s'explica el funcionament i parts de quatre sistemes del cos humà, contingut que posteriorment es desenvoluparà a la part pràctica.

2.1. RECORREGUT PER LA HISTÒRIA DEL TEA¹

Les primeres publicacions considerades rellevants sobre el que actualment es coneix com a TEA van ser dues:

L'article *Autistic disturbance of affective contact* que Leo Kanner va publicar el 1943. En aquest article, Kanner psicoanalitzava a vuit nois i tres noies. Encara que entre tots ells hi havia diferències, Kanner va definir una sèrie de característiques comunes que tots ells presentaven com, per exemple, la dificultat per relacionar-se socialment i amb altres persones o el desig per mantenir l'ambient sense canvis. Va establir que aquestes característiques comunes entre els onze nois formaven un únic síndrome que a l'última frase de l'article acaba anomenant "inborn autistic disturbance of affective contact" (trastorns autistes innats del contacte afectiu).

¹ Informació extreta de: PAULA, Isabel i ARTIGAS-PALLARÈS, Josep (2012). "El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger". *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*. vol. 32. Núm. 115. p. 567-587.

D'altra banda les observacions que Hans Asperger va publicar un any més tard, al 1944, on també utilitza el terme autisme per referir-se al trastorn que patien els pacients que ell havia estudiat i que a més a més presentaven característiques comunes similars a les que, un any enrere, Kanner havia definit.

No obstant no van ser ni Kanner ni Asperger els que van introduir el terme TEA sinó la britànica Lorna Wing l'any 1979.

2.2. EL TEA A L'ACTUALITAT²

La definició i el concepte de TEA ha anat evolucionant al llarg dels anys des de la publicació de Leo Kanner fins a l'actualitat.

Avui en dia els criteris diagnòstics per determinar si una persona té TEA es recullen en dos manuals, per una banda el *Manual Diagnòstic i Estadístic dels Trastorns Mentals* (DSM V) i d'altra banda en la *Classificació Internacional de Malalties* de l'Organització Mundial de la Salut.

El TEA és tal com indica Marlene Horna (2021:31):

Una condició que afecta al neurodesenvolupament amb conseqüències en la interacció i comunicació social, així com en la flexibilitat de pensament i conducta, i que condiciona com la persona percep, compren, respon i s'adapta al món, especialment al món social.

² Informació extreta de CASTIÑEIRAS, Marlene (2021). *Niños y niñas en el espectro del autismo: Comprensión y estrategias prácticas de apoyo educativo*. Alcalá: Editorial CCS. p. 31-32.

2.3. EL PENSAMENT VISUAL³

La gran majoria de persones amb TEA destaquen en les seves habilitats visuals. Comprenen i recorden millor la informació presentada de forma visual. Una prova d'això és el fet de que poden memoritzar informació amb sol veure-la.

Els suports visuals correctament elaborats poden ser una eina molt útil per ajudar a l'alumne a créixer en el seu desenvolupament i aprenentatge. També pot servir per facilitar la comprensió dels estímuls auditius que normalment li són difícils de processar de manera correcta.

Tal com indica Temple Gardin (2006: 304): “Als autistes els hi costa aprendre coses que no es poden pensar amb imatges”. És per això que el que més fàcilment aprenen són els substantius, ja que poden relacionar-se fàcilment amb un objecte o imatge i que la comprensió de textos que no es poden relacionar amb una imatge els hi resulta una tasca complicada o fins i tot impossible.

2.4. L'EDUCACIÓ DE PERSONES AMB TEA⁴

L'objectiu de l'educació és que els alumnes aconseguixin assolir el seu màxim potencial i desenvolupar tant com puguin les seves habilitats.

Totes les persones presenten en algun moment del seu desenvolupament dificultats per aprendre, però quan es parla de nens amb TEA sol ser més complicat abordar-les i superar-les.

Algunes dificultats d'aprenentatge són comunes en els alumnes amb TEA. No obstant, cada nen i nena té uns trets únics i això requereix que els docents adoptin una estratègia d'intervenció d'acord amb les necessitats especials que cada nen presenta i que el propi trastorn requereix.

³ Informació extreta de: GARDIN, Temple (2006). *Pensar con imágenes: Mi vida con el autismo*. Barcelona: Alba Editorial i de CASTIÑEIRAS, Marlene (2021). *Niños y niñas en el espectro del autismo: Comprensión y estrategias prácticas de apoyo educativo*. Alcalà: Editorial CCSS. P. 59-61.

⁴ Informació extreta BRAVO, Alicia; MITJÀ, Sara i M.SOLER, Josep (2011). *Alumnado con trastorno del espectro autista*. Barcelona: Graó.

Per poder adoptar l'estratègia més òptima per una banda s'ha de conèixer bé a l'alumne, les seves necessitats, preferències, caràcter... i per l'altra banda s'ha de tenir un bon coneixement de les característiques d'aprenentatge pròpies del TEA.

Aquestes característiques són les següents:

- Els alumnes amb TEA no segueixen l'ordre habitual d'adquisició de coneixements i solen presentar un perfil desigual.
- Els conceptes que requereixen d'una alta habilitat de comprensió verbal i no verbal són les més difícils d'aprendre per a aquests nens i nenes.
- No s'interessen tant per l'entorn, i els pot costar més tenir en compte el context.
- Prefereixen realitzar una mateixa acció repetides vegades, i acostumen a posar resistència als canvis.
- Tenen molta memòria mecànica i moltes vegades no saben utilitzar els seus coneixements per a la resolució de problemes.
- Mostren moltes dificultats per interpretar, comprendre i representar.
- Solen tenir fixació amb temes del seu interès.
- Moltes vegades les accions que realitzen deixen de tenir una finalitat concreta i simplement es converteixen en un comportament repetitiu i estereotipat.
- Tenen dificultats per conèixer els límits del seu cos.

Alguns dels mètodes d'intervenció que resulten efectius amb aquest tipus d'estudiants són posar molts exemples amb imatges, utilitzar suports visuals, fragmentar l'explicació, proposar activitats fàcils de resoldre i amb les que puguin obtenir un gran nombre d'encerts, simplificar els conceptes abstractes i intentar realitzar una activitat partint dels interessos personals de l'alumne.

2.5. ELS TEA D'ALTES I BAIXES CAPACITATS ⁵

Dins del TEA es poden trobar persones amb altes capacitats intel·lectuals però que presenten problemes amb la comunicació, que poden donar lloc a problemes a l'escola i d'aprenentatge i persones amb discapacitat intel·lectual i amb un CI⁶ inferior al de la majoria de la població.

Els TEA d'altres capacitats no solen tenir problemes en el desenvolupament del llenguatge verbal i tenen un rendiment dins de la normalitat en el context acadèmic mentre que als de baixes capacitats els hi costa entendre conceptes bàsics, les seves habilitats verbals solen ser quasi nul·les i solen aprendre a base d'associacions.

A l'hora d'adoptar l'estratègia d'ensenyament més òptima s'ha de tenir en compte la capacitat intel·lectual de l'alumne encara que l'aspecte decisiu que farà al docent decantar-se a una estratègia o a un altre serà el grau de TEA.

El DSM V descriu tres graus de severitat. Els TEA de grau tres són els que manifesten més trets d'aquest trastorn i també necessiten més acompanyament, els de grau dos que es troben en un punt entremig i els de grau u que tenen menys limitacions i per tant són els que menys suport especial necessiten.

2.6. LA COMUNICACIÓ ALTERNATIVA ⁷

Tal com s'indica en el llibre *Alumnado con trastorno del espectro autista* la comunicació alternativa (2011:72):

És el conjunt d'ajudes tècniques, recursos d'acció, suports, estratègies i pautes d'interacció que tenen la finalitat de crear les condicions externes necessàries per a que el nen adquireixi un nivell funcional òptim en els diferents àmbits del desenvolupament.

⁵ Informació extreta de: GARDIN, Temple (2006). *Pensar con imágenes: Mi vida con el autismo*. Barcelona: Alba Editorial i de CASTIÑEIRAS, Marlene (2021). *Niños y niñas en el espectro del autismo: Comprensión y estrategias prácticas de apoyo educativo*. Alcalá: Editorial CCSS. P. 59-61.

⁶ Coeficient Intel·lectual.

⁷ Informació extreta del capítol quatre del llibre *Alumnado con trastorno del espectro autista* d'Alícia Bravo, Sara Mitjà i Josep M.Soler.

La comunicació alternativa comprèn tant els Sistemes Augmentatius ⁸i Alternatius⁹ de la Comunicació com altres recursos o estratègies que tenen l'objectiu d'ajudar al nen o nena a assolir el seu desenvolupament màxim en diverses disciplines.

2.7. SAAC¹⁰

Els Sistemes Augmentatius i Alternatius de Comunicació (SAAC) són expressions del llenguatge, que tenen com a objectiu facilitar o compensar les dificultats comunicatives de persones amb discapacitats.

La comunicació augmentativa pot basar-se tant en sistemes de comunicació gestuals com en sistemes de comunicació gràfics.

Els símbols visuals es basen en imatges, dibuixos, pictogrames o en la llengua escrita.

Els sistemes pictogràfics habitualment estan destinats a persones amb discapacitat, en un punt molt inicial del desenvolupament o que no tenen la capacitat de parlar. Aquest són dibuixos senzills i esquemàtics que solen representar un objecte o acció senzilla i que permeten una comunicació bàsica.

Actualment els sistemes de pictogrames més estesos a Espanya són els d'ARASAAC, desenvolupats pel Portal Aragonés, i el Sistema Pictogràfic de Comunicació.

⁸ Són els recursos que ajuden a complementar la parla i la interacció.

⁹ Són els que substitueixen la comunicació verbal.

¹⁰ Informació extreta d'**ARAASAC** < <https://arasaac.org/aac/es> > [Consulta: 14 d'abril 2021].

2.8. TIC

Les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC), en el context educatiu són considerades un conjunt d'eines tecnològiques a través de les quals es pot fomentar el processament de la informació, l'aprenentatge de nous conceptes i el desenvolupament d'habilitats però també la col·laboració entre companys i la relació d'aquests amb el professorat.

Des dels últims anys, les TIC s'han convertit en un recurs molt emprat en l'educació de nens amb TEA degut a que diversos estudis han demostrat que les tasques realitzades en mitjans tecnològics i informàtics motiven i fomenten l'aprenentatge de l'alumnat amb TEA.

Els principals beneficis que aporten l'ús de les TIC en els nens i nenes amb TEA són:

- Proporcionen un entorn de treball controlat i previsible. Això afavoreix la realització de les tasques amb seguretat i confiança.
- Fomenten l'estimulació dels sentits, especialment la vista. Això és primordial degut a que les persones amb TEA tenen un processament cognitiu principalment visual.
- Són molt versàtils i s'adapten fàcilment a les necessitats i al ritme d'aprenentatge de cada nen i nena.
- Incrementen la motivació i redueixen la frustració quan es produeixen errors gràcies a que present estímuls multi sensorials i a que el format tecnològic resulta atractiu per totes les persones però especialment per a l'alumnat amb TEA.
- Promouen la independència a l'hora de realitzar diverses tasques i al mateix temps possibiliten la realització d'activitats d'aprenentatge de forma col·lectiva.
- Ajuden a que la comunicació amb la resta d'alumnes sigui més amena
- Permeten la repetició il·limitada d'una activitat.
- Emeten estímuls estables i predictibles.
- Ajuden a associar i organitzar idees per mitjà d'activitats estructurades.

Les TIC per si soles no són capaces de produir canvis en l'aprenentatge dels nens amb TEA però són una eina per aconseguir un fi. Correctament utilitzades aquestes tecnologies poden aportar tots els beneficis anteriorment mencionats però tot depèn de l'ús que se'n faci i de l'estratègia d'ensenyament utilitzada.

Perquè una aplicació o software destinada als nens autistes sigui efectiva el disseny ha d'estar pensats perquè el major nombre de persones possible pugui utilitzar-lo; ha d'adaptar-se a les característiques, motivacions, interessos, nivell intel·lectual, i ritme d'aprenentatge del individu al qual està destinat; la interfície¹¹ ha de motivar i estimular a través de la presentació de la informació en diferents formats (àudios, imatges, vídeos, textos curts...); ha de presentar els continguts de manera clara i estructurada i a més a més aquests han d'anar acompanyats d'elements visuals, botons i colors; ha d'incorporar reforços que serveixin de motivació davant dels errors i dels encerts; ha de permetre configurar el nivell de dificultat de les activitats per a què d'aquesta manera un mateix software pugui ser utilitzat per alumnes que es troben en diferents punts de l'aprenentatge d'una mateixa matèria i a més a més els continguts han d'estar estructurats d'una manera que permeti la fàcil comprensió, assimilació i aprenentatge d'aquests.

2.9. CONTINGUTS A DESENVOLUPAR A LA PART PRÀCTICA

D'aquí a endavant es farà l'explicació teòrica sobre el funcionament del cos humà, concretament sobre l'aparell digestiu, el respiratori, el sistema circulatori i l'urinari. Aquest apartat és necessari ja que, com posteriorment podreu observar a la part pràctica s'han creat tres prototips que mostren el funcionament dels aparells i sistemes anteriorment esmentats.

¹¹ Dispositiu que transforma els senyals generats per un dispositiu en senyals comprensibles per un altre.

2.9.1. EL COS HUMÀ¹²

El cos humà està format per diversos aparells i sistemes que es classifiquen segons si intervenen en la funció de nutrició, de relació o de reproducció.

Els aparell que intervenen en la funció de nutrició són el digestiu, el circulatori, el respiratori i l'excretor.

El sistema nerviós, l'endocrí, el muscular, l'esquelètic i l'aparell locomotor són els que s'encarreguen de relacionar el cos humà amb l'ambient

Els aparells implicats en la reproducció són els aparells reproductors femení i masculí.

2.9.1.1. L'APARELL DIGESTIU¹³

L'aparell digestiu està format per una banda per les glàndules annexes i per l'altra pel tub digestiu.

2.9.1.1.1. EL TUB DIGESTIU

El tub digestiu està compost per la boca, la faringe, l'esòfag, l'estómac, l'intestí prim i intestí gros tal i com es pot observar a la figura 1.

2.9.1.1.2. LES GLÀNDULES ANNEXES

Les glàndules annexes són un conjunt de glàndules que produeixen substàncies que ajuden a que els aliments es descomponguin en nutrients assimilables per l'organisme.

¹² La informació d'aquest apartat s'ha extret de: aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana. 14-15 p.

¹³ La informació d'aquest apartat s'ha extret de: aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana. 41-45 p.

Hi ha tres glàndules annexes: les glàndules salivals que produeixen la saliva, el pàncrees que fabrica el suc pancreàtic i l'aboca al duodè i el fetge que produeix la bilis i l'emmagatzema a la vesícula biliar fins que es abocada al duodè.

2.9.1.1.3. FUNCIONAMENT

Els aliments són introduïts al cos per la boca on es trituren i es barregen amb la saliva formant el bol alimentari. El bol alimentari passa per la faringe, després per l'èsòfag i d'allí entra a l'estómac. A l'estómac es barregen sucs gàstrics amb el bol alimentari. Els sucs gàstrics descomponen els aliments i com a resultat d'aquest procés es forma el quim, una substància àcida i semi líquida, que surt de l'estómac i passa a l'intestí prim. El quim es barreja amb la bilis, el suc intestinal i el suc pancreàtic. Les substàncies que no s'han absorbit a l'intestí prim passen a l'intestí gros on s'absorbeixen l'aigua i les sals minerals. Això provoca que es formi la femta que a mesura que recorre l'intestí gros va sent fermentada i descomposta per bacteris. La femta s'acumula al recte durant uns dies fins que finalment es expulsada a través de l'anús.

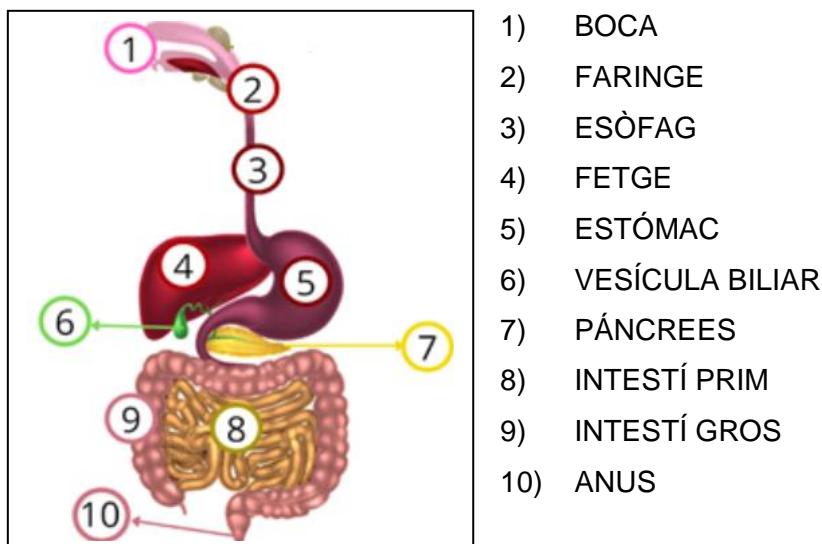


Fig. 1. Aparell digestiu.¹⁴

¹⁴Canva <<https://www.canva.com/>>[Consulta 12 d'abril 2021].

2.9.1.2. EL SISTEMA URINARI¹⁵

El sistema urinari el formen els ronyons i les vies urinàries.

2.9.1.2.1. FUNCIONAMENT

Als ronyons hi ha nefrons que depuren i filtren la sang. Aquests processos es duen a terme de la següent manera:

Per començar la sang carregada de substàncies de rebuig arriba als ronyons a través de l'artèria renal, aleshores es produeix la filtració de la sang i l'absorció de l'aigua i d'algunes sals minerals. El líquid restant constitueix l'orina. L'orina es conduïda dels ronyons a la bufeta de l'orina a través dels urèters, allí s'acumula fins que és expulsada a l'exterior a través de la uretra.

La disposició de totes les parts del sistema urinari anteriorment esmentades es pot observar a la figura dos.

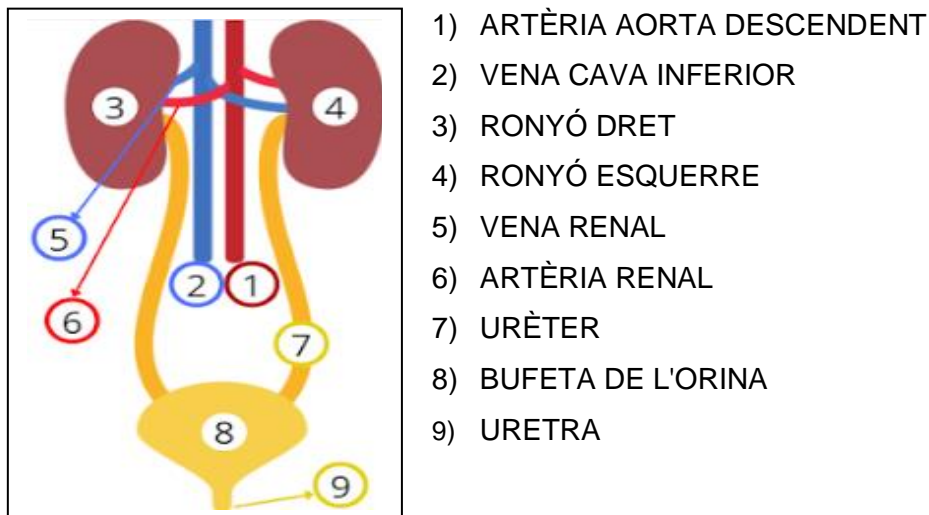


Fig .2. Sistema urinari.¹⁶

¹⁵ La informació d'aquest apartat s'ha extret de: aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana. 67-68 p.

¹⁶ Canva <<https://www.canva.com/>>[Consulta 12 d'abril 2021].

2.9.1.3. EL SISTEMA CIRCULATORI¹⁷

El sistema circulatori està constituït per les següents parts: els vasos sanguinis, el cor i la sang.

La sang és un líquid vermellós format per plasma, glòbuls blancs, glòbuls vermells i plaquetes que circula per l'interior dels vasos sanguinis.

Hi ha tres tipus de vasos sanguinis: les artèries que s'encarreguen de conduir la sang des del cor fins als diferents òrgans del cos, les venes que condueixen la sang des dels òrgans fins al cor i els capil·lars que uneixen les venes amb les artèries. A través dels capil·lars es produeix l'intercanvi d'oxigen, nutrients, diòxid de carboni i substàncies de rebuig amb les cèl·lules de l'organisme.

El cor és l'òrgan encarregat de bombejar sang als pulmons i a la resta del cos perquè la sang arribi a totes les cèl·lules de l'organisme.

2.9.1.3.1. FUNCIONAMENT

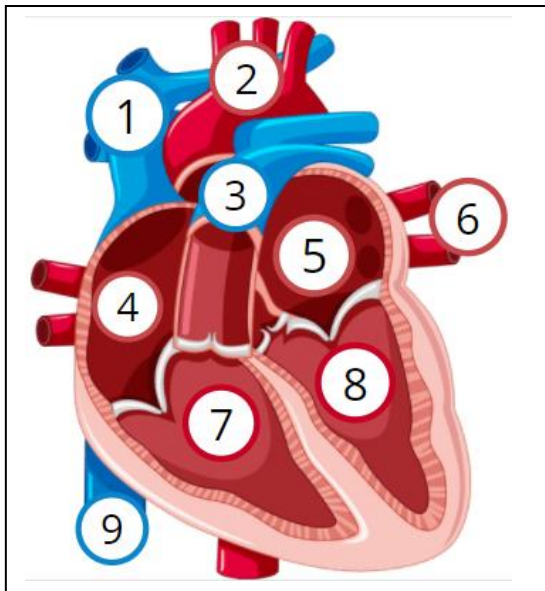
La circulació sanguínia de les persones consta de dos processos la circulació pulmonar i la circulació sistèmica.

La circulació pulmonar es du a terme de la següent manera:

La sang carregada de diòxid de carboni arriba a l'aurícula dreta a través de la vena cava inferior i de la superior, a continuació passa al ventricle dret. Finalment des de ventricle dret surt als pulmons per l'artèria pulmonar. La sang carregada de CO₂ s'allibera i es carrega d'oxigen. La sang oxigenada recorre les venes pulmonars fins arribar a l'aurícula esquerra del cor.

¹⁷ La informació d'aquest apartat s'ha extret de: aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana. 60-64 p.

Mentre s'està produint el procés prèviament descrit s'està duent a terme la circulació sistèmica. En aquest procés la sang de l'aurícula esquerra passa al ventricle esquerre des d'on és expulsada per l'artèria aorta cap a la tots els òrgans del cos. Als òrgans per mitjà dels capil·lars es recull diòxid de carboni i es reparteix oxigen i nutrients a les cèl·lules. La sang carregada de CO₂ és recollida per les venes que la transporten cap al l'aurícula dreta del cor.



- 1) VENA CAVA SUPERIOR
- 2) ARTÈRIA AORTA
- 3) ARTÈRIA PULMONAR
- 4) AURÍCULA DRETA
- 5) AURÍCULA ESQUERRA
- 6) VENES PULMONARS
- 7) VENTRICLE DRET
- 8) VENTRICLE ESQUERRE
- 9) VENA CAVA INFERIOR

Fig. 3. Parts del cor.¹⁸

2.9.1.4. APARELL RESPIRATORI¹⁹

L'aparell respiratori s'encarrega d'eliminar el CO₂ de l'organisme i d'aportar O₂.

2.9.1.4.1. FUNCIONAMENT

L'aparell respiratori fa dues funcions per una banda la ventilació pulmonar i per l'altra l'intercanvi de gasos.

¹⁸ Canva <<https://www.canva.com/>> [Consulta 12 d'abril 2021]

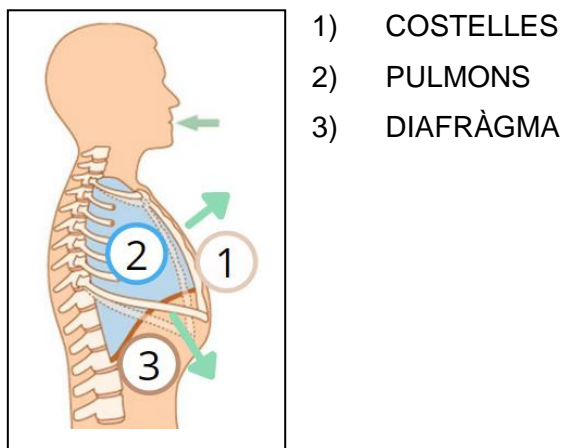
¹⁹ La informació d'aquest apartat s'ha extret de: aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana. 47-50 p.

2.9.1.4.1.1. LA VENTILACIÓ PULMONAR

La ventilació pulmonar és l'entrada i la sortida d'aire als pulmons i quan es produeix provoca que es produeixi el següent:

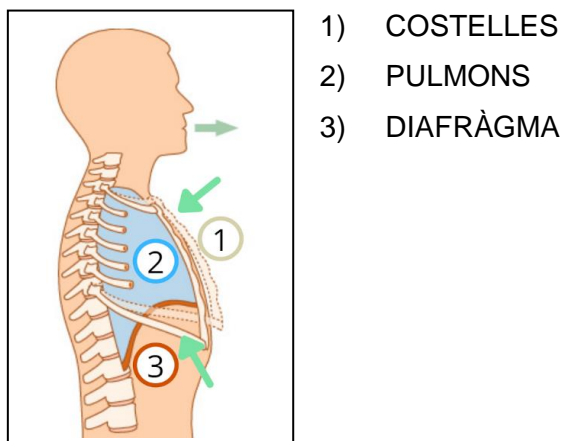
Quan respirem l'aire inspirat entra als pulmons i aquests s'omplen d'aire. L'entrada d'aire fa que les costelles s'elevin mentre que el diafragma es contrau i descendeix tal com es pot observar a l'esquema de la figura quatre.

Per altra banda quan expirem l'aire surt dels pulmons per la boca. Degut a la sortida de l'aire dels pulmons les costelles descendeixen mentre que el diafragma es relaxa i puja. Aquest procés queda representat a la figura cinc.



- 1) COSTELLES
- 2) PULMONS
- 3) DIAFRÀGMA

Fig. 4. Inspiració.²⁰



- 1) COSTELLES
- 2) PULMONS
- 3) DIAFRÀGMA

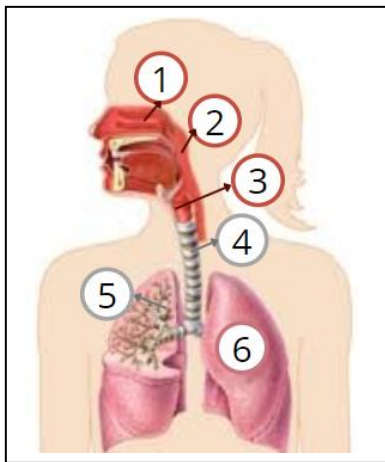
Fig. 5. Expiració.²⁰

²⁰ **Proyecto biosfera**

<<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/diges/contenidos9.htm>> [Consulta 12 d'abril 2021]

2.9.1.4.2. L'INTERCANVI DE GASOS

L'intercanvi de gasos s'inicia quan l'aire entra a l'aparell respiratori per les fosses nasals. L'aire continua el seu recorregut per la faringe, més tard passa per la laringe, per la tràquea i també pels bronquis i bronquíols fins arribar als pulmons. Un cop l'aire ha arribat als pulmons, l'oxigen que conté passa a la sang i el diòxid de carboni de la sang passa als pulmons. Aquest procés s'anomena intercanvi de gasos i un cop ha acabat, l'aire carregat de diòxid de carboni passa a la faringe i finalment s'expulsa per la boca.



- 1) FOSSES NASSALS
- 2) FARINGE
- 3) LARINGE
- 4) TRÀQUEA
- 5) BRONQUIS I BRONQUÍOLS
- 6) PULMÓ

Fig. 5. Sistema respiratori.²¹

²¹ Biologia i Geologia de tercer d'ESO sèrie Observa pàgina 47.

3. UNA MIRADA DIFERENT DEL COS HUMÀ²²

En aquest apartat del projecte s'explica el procés de construcció de tres models anatòmics funcionals, que es controlen a través d'una aplicació i que tenen la finalitat de servir d'eina d'aprenentatge per als nens i nenes amb TEA. El primer d'ells és una representació de l'aparell digestiu, el segon del sistema circulatori i l'urinari i l'últim de l'aparell respiratori.

3.1. CONSTRUCCIÓ DE L'EXTERIOR DEL COS HUMÀ

La construcció de la part exterior de la maqueta, que representa el tors d'una persona d'uns deu anys aproximadament, és va realitzar al Calaix de Sastre de Tortosa. Aquest taller està dirigit pel Joan Iniesta, un professor d'art d'institut que es dedica a la construcció de gegants i capgrossos. Ell m'ha transmès tots els coneixements necessaris per elaborar-lo i m'ha ajudat en els aspectes que requerien de la participació de dues persones.

3.1.1. MATERIALS I EINES EMPRADES²³

Per construir el tors s'ha necessitat argila, aigua, escaiola, vaselina, plastilina, cartró pedra, cola de farina²⁴, paper kraft, pintura a l'aigua de color carn, salmó, rosa i marró fosc.

Les eines que s'han utilitzat són palets de modelar, buidadors, espàtules, cincells, un tallador de filferro, un martell, llengüetes o mitges llunes de metall, una maça, esponges, un pal de fusta d'uns tres dits de gruix i un cubell.

²² Totes les imatges que apareixen en aquest apartat han estat fetes per l'autora d'aquest projecte.

²³ Es poden veure les imatges dels materials i de les eines a l'annex.

²⁴ És una cola casolana feta de farina, aigua i vinagre destinada especialment al cartró pedra.

3.1.2. PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ²⁵

La construcció del tors es va dur a terme de la mateixa manera que es construeixen els gegants i els capgrossos, degut a que era la millor per reproduir la forma del cos humà de manera realista i també perquè permet realitzar tantes còpies idèntiques del mateix element com es desitgi.

En aquesta tècnica en primer lloc es modela amb argila la figura que es vol construir, a continuació es recobreix amb escaiola l'escultura d'argila per tal de que a l'eixugar-se quedi un motlle de la figura sobre el que poder treballar. Finalment el cartró pedra s'enganxa amb cola de farina al motlle fent diverses capes. D'aquesta manera s'obté una reproducció gairebé idèntica de la figura prèviament feta amb argila.

3.1.2.1. EMMOTLLAMENT DE LA FIGURA D'ARGILA

Per modelar la figura es van agafar blocs d'argila i es van tallar amb forma de maó amb un tallador de filferro, tot seguit es van apilar aplastant-los amb l'ajuda d'una maça per a què els diferents blocs s'incorporessin bé. A l'arribar a l'alçada de les espatlles es va ficar una tira d'argila que sobresortís una mica pels laterals.

Un cop feta l'estructura principal es va procedir a emmotllar el tors. Per fer-ho es va anar afegint i retirant argila fins que es va obtenir el resultat desitjat.



Fig. 6. Tors fet amb argila abans i després de ser modelat.

²⁵ A l'annex es poden trobar més fotografies del procés de construcció.

A continuació es va donar forma al cap al voltant d'un pal de fusta d'uns tres dits de gruix que es va clavar al centre de les espatlles. Per finalitzar el modelatge del cap es va donar forma a la cara amb els palets de modelar.

Amb una llengüeta es van retirar els excessos d'argila, es va ruixar la figura amb aigua i amb l'ajuda d'una esponja es va allisar.

Després d'aquest procés es va tancar la figura amb plàstic i es va deixar reposar durant unes 48 hores perquè s'eixugués i així es pogués treballar correctament el motlle.



Fig. 7. Figura d'argila un cop acabada.

3.1.2.2. “PARTAGE”

Passades les 48 hores es va iniciar el procés de fabricació del motlle.

Per fabricar el motlle primer és necessari dividir la figura en dos fent “partage”²⁶, una tècnica que consisteix a rodejar una figura amb tires d'argila dividint-la per la meitat, a les tires se'ls hi fa forats rodons amb un buidador. Aquests forats es fan perquè les dues cares del motlle encaixin.

²⁶ És una paraula d'origen francès que significa repartició.



Fig. 8. Divisió de la figura

3.1.2.3. ELABORACIÓ DEL MOTLLE

Un cop fet el “partage” es va preparar l’escaiola a un cubell barrejant-la amb una quantitat igual d’aigua i deixant-la reposar uns minuts. Tot seguit es va recobrir la cara frontal de la silueta fins obtenir un gruix d’uns sis centímetres. Les parts més propenses a trencar-se , com per exemple la zona del coll, van ser recobertes amb espart untat d’escaiola.



Fig. 9. Elaboració de la cara frontal del motlle.

Quan es va assecar la cara frontal del motlle es van retirar les tires que s'havien utilitzat per fer el "partage". Després de recobrir la part del motlle que sobresortia pels costats de la figura d'argila amb vaselina perquè així les dos cares del motlle no quedin enganxades i es poguessin separar amb facilitat. Es va repetir el procés anteriorment descrit per elaborar l'altre cara del motlle.



Fig. 10. Motlle finalitzat abans de ser desadherit de l'argila.

Un cop les dues cares estaven ben seques es va rascar la junta amb una espàtula per veure per quin lloc es dividien. Amb un cincell i l'ajuda d'un martell es van fer forats al llarg de la junta per separar les dues cares del motlle. A l'intentar separar els motlles es van esquerdar perquè quan es van fer el fang encara estava molt humit. Per aquest motiu es va haver de tombar tota la figura sobre una taula i amb un buidador retirar l'argila poc a poc per la part de baix fins que les dues cares del motlle es van poder separar.



Fig. 11. Dues cares del motlle.

Abans de poder començar a col·locar cartró pedra sobre el motlle es va haver de retirar les restes de fang que havien quedat enganxades i amb plastilina omplir els forats que hi havia.

3.1.2.4. CREACIÓ DEL MANIQUÍ AMB CARTRÓ PEDRA

Per poder cobrir el motlle amb el cartó, es va recobrir de vaselina perquè posteriorment es pogués extreure la figura amb facilitat.

Es va submergir el cartó en un cubell d'aigua durant aproximadament deu segons perquè quedés lleugerament humit, es pogués manipular més fàcilment i s'adaptés millor al relleu del motlle.

Tot seguit amb cola de farina i cartró pedra es va recobrir el motlle deixant uns dos dits de vora que sobresortís de la figura. El cartó pedra té dues cares una rugosa que fa una sanefa de quadres i un altre llisa que és la que fa contacte directe amb l'escaiola.

Les dues capes següents es van fer de la mateixa manera que la primera amb l'excepció de que en aquestes dues no es va deixar vora.

Al finalitzar les tres capes es van doblegar cap endins la bora de manera que quedés arran del límit de la figura i es va enganxar amb cola.

Un cop enganxades les vores amb tires de paper de revista es va fixar el motlle a la figura de cartró perquè al assecar-se no s'arronsés i es va deixar en un lloc recobert fins que va estar totalment sec.



Fig. 12. Figura amb cartró pedra en el motlle.

Quan les dues cares es van assecar es van retirar les tires de revista, es van unir les dues cares superposant-les de manera que encaixessin i es van ajuntar posant tires de cartró pedra per l'interior al llarg de tota la separació entre les dues cares. Aquestes tires de cartró pedra es també es van deixar eixugar.



Fig. 13. Unió de les dues cares

Finalment es va extreure el tors de paper retirant amb compte el motlle. Així és va obtenir una reproducció de cartró de la figura d'argila que s'havia elaborat en un primer moment, com es pot veure a la figura 14.



Fig. 14. Figura amb cartró pedra desmuntada.

3.1.2.5. RECOBRIMENT DEL PROTOTIP AMB PAPER KRAFT

Un cop extret el prototip es va recobrir tot amb tires de paper kraft, enganxant-les al cartó pedra amb cola de farina.

A continuació es va dibuixar l'obertura que havia de tenir el tors. El primer forat es va fer amb la radial per així poder inserir sense cap mena de problema la caladora i amb aquesta es va retallar tot el contorn del dibuix que s'havia dibuixat.

Tant la vora del forat com la tapa que havia quedat solta es van recobrir de paper kraft.



Fig. 15. Tors recobert amb paper kraft.

3.1.2.6. ÚLTIMS DETALLS

Per finalitzar es va pintar el prototip per l'interior amb pintura a l'aigua de color carn. Es van fer diverses capes per augmentar la cobertura.

Per tal de fer la figura més agradable a la vista per als nens i nenes se li van pintar ulls i celles amb marró fosc, també se li van fer galtes amb rosa i se li va pintar la boca amb color salmó.

El procés descrit des de l'apartat 3.1.3.4. Creació del maniquí amb cartó pedra va ser repetit dues vegades més per obtenir finalment tres torsos idèntics, a excepció del forat dels maniquins que per a cada model és diferent. El resultat final és pot com observar a la figura 16.



Fig. 16. Part externa dels prototips un cop acabats.

3.2. ELABORACIÓ DELS ÒRGANS²⁷

En aquest apartat s'explica el procés que s'ha seguit per crear els òrgans dels aparells. Cada òrgan s'ha elaborat d'una manera diferent depenent de la funció que desenvolupen i de les característiques que havien de complir per poder fer el muntatge posteriorment.

²⁷ Si es volen veure imatges més detallades del procés de construcció de tots els òrgans anar a l'apartat 5.2. de l'annex.

3.2.1. EL COR

El cor es va crear amb la mateixa tècnica que el tors. Per aquest motiu es van emprar els mateixos materials. A més a més també es va necessitar un peu de ceràmica per fer de base i làmines de plàstic dur per a fer el “partage”.

Per començar es va ficar un bloc d'argila al peu de ceràmica per a què quan es formés el cor sobresortís per dalt del pal del peu. Era important que sobresortís perquè de no ser així al posar l'escaiola el motlle hagués quedat enganxat al pal de fusta del peu de ceràmica.

Tot seguit es va modelar el cor amb argila. Un cop emmotllat es va ruixar amb aigua i es va polir amb una esponja, traient els excessos de fang i cobrint els forats i imperfeccions.

Quan la figura d'argila va estar acabada es va cobrir amb un plàstic i es va deixar reposar durant 48 hores.

Passat el temps d'espera es va dividir la figura per la meitat amb làmines de plàstic dur fent “partage”, es va fer escaiola i es va cobrir tot el cor amb ella.



Fig. 17. “Partage” del cor.



Fig. 18. Motlle del cor.

Una vegada l'escaiola va estar seca es van separar les dues cares del motlle i es va extreure tota l'argila.

Igual que es va fer amb el prototip del tors es van treure les restes d'argila del motlle i es van omplir els forats amb plastilina.

El motlle es va recobrir amb trossos de cartró pedra. A la primera capa es va deixar una vora. Un cop fetes les tres capes la vora es va doblegar de manera que quedés arran del marge del motlle.



Fig. 19. Motlle del cor recobert de cartró pedra

Quan el cartró es va haver eixugat es van desmuntar les dues cares del cor i es van unir amb cola blanca.

Per finalitzar el cor es va cobrir de paper kraft. Una vegada aquest va estar sec es va pintar amb pintura a l'aigua vermella.

3.2.2. EL FETGE, L'ESTÓMAC, ELS RONYONS, LA BUFETA DE L'ORINA I LA VESÍCULA BILIAR.

En aquest apartat s'explica el procés de construcció del fetge, de l'estómac, dels ronyons, de la bufeta de l'orina i de la vesícula biliar.

3.2.2.1. MATERIALS EMPRATS

A diferència del cor aquests òrgans es van construir amb porexpan i massilla.

Les eines que s'han utilitzat han estat un ganivet amb serra, pinzells, paper de vidre, una espàtula i pintura.

3.2.2.2. PROCÉS DE FABRICACIÓ

Es van dibuixar tots els òrgans sobre el porexpan2w32 i després es van retallar.

Amb l'ajuda d'un ganivet es va començar a esgarrar el porexpan i a treure-li els excessos fins a obtenir la forma anhelada.

Un cop els òrgans van estar modelats, amb paper de vidre es van anar polint fins que van estar regulars.



Fig. 20. Modelat del porexpan.

Per poder pintar els òrgans va ser necessari massillar-los amb l'ajuda d'una espàtula. Per deixar la massilla el més llisa possible amb un pinzell mullat en aigua es va treure l'excés.

Quan la massilla va estar seca es va afinar amb paper de vidre i posteriorment amb pintura es va pintar cada òrgan del seu color corresponent com es pot veure a la figura 21.



Fig. 21. Òrgans un cop van estar pintats.

3.2.3. ELS PULMONS

Els pulmons estan formats per una funda que cobreix un dispositiu amb un motor.

3.2.3.1. MATERIALS I EINES UTILITZADES

Els pulmons estan fets d'espuma de coixí i l'interior de fusta fina i un motor amb una rodeta. Les eines que s'han utilitzar en la seva elaboració són tisores, fil, agulla, brides, cinta adhesiva i pintura d'esprai.

3.2.3.2. ELABORACIÓ DELS PULMONS

Per elaborar el dispositiu interior es va fixar el motor amb una brida a una fusta, tot seguit es van enganxar amb cinta adhesiva una coberta superior, una inferior i una frontal de manera que quedessin una mica folgades. Es va connectar la fusta a la qual està adherit el motor amb la cara frontal amb una molla perquè quan el motor es posés en marxa la rodona que té incrustada fes moure la fusta i així es simulés el moviment del pulmó.

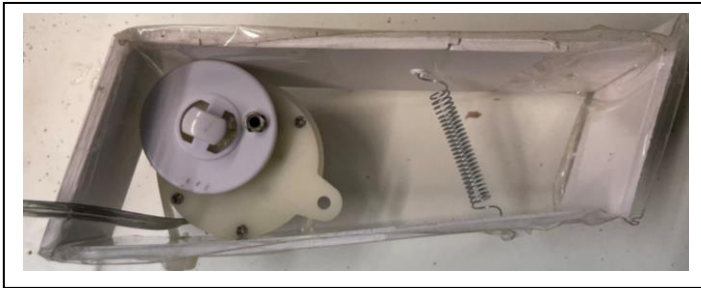


Fig. 22. Mecanisme interior.

En primer lloc es van dibuixar els pulmons en un paper per obtenir un patró. Amb aquest es va dibuixar la línia que s'havia de retallar sobre l'espuma, amb tisores es va resseguir la línia fins a obtenir dos pulmons independents, es van cosir dues meitats amb fil i agulla i finalment es van pintar amb esprai.



Fig. 23. Pulmons acabats.

3.3. CREACIÓ DEL CODI DE L'ARDUINO

Amb l'aplicació Arduino per a ordinadors es va programar l'arduino que és una plataforma electrònica de codi obert²⁸ basada en un hardware²⁹ y software³⁰ fàcils d'utilitzar que permet ordenar a la placa base fer certes accions escrivint un codi en llenguatge de programació d'Arduino. El codi creat té l'objectiu de rebre senyals a través d'un dispositiu Bluetooth.

Abans de començar a programar es va fer una recerca a internet d'exemples de codis d'Arduino, per tal de tindre una guia abans de començar a crear el codi.

3.3.1. DEFINICIÓ DE VARIABLES

Per començar es van definir les variables, és a dir, es va atribuir a una sèrie de paraules un valor. Això es va fer per no haver de recordar tota l'estona a quin relé³¹ corresponia cada aparell.

```
#define pincorazon 2
#define pinvejiga 3
#define pinpulmones 4
#define pinestomago 6
```

Fig. 24. Codi de la definició de variables.

A més a més de les variables que es poden observar a la figura 25, es van definir dues més: la variable "basura" i "texto". La variable "basura" és del tipus "char", és a dir una variable d'un sol caràcter. La variable "texto" és defineix com una cadena de caràcters "string" i se li atorga el valor buit, és a dir que no té valor.

```
char basura;
String texto="";
```

Fig. 25. Variable "basura" i "texto".

²⁸ Codi obert significa que el seu codi font ha estat posat a disposició del públic de manera que cada individu pot modificar o distribuir el codi de la manera que consideri convenient.

²⁹ Són els elements físics que constitueixen un sistema informàtic.

³⁰ És el conjunt dels programes que formen part de les operacions d'un Sistema d'Informàtic i que interaccionen amb els recursos d'un sistema.

³¹ És un mecanisme que permet obrir o tancar un circuit elèctric.

3.3.2. CONFIGURACIÓ DEL CODI

En primer lloc és programa el codi que només s'executa una vegada a l'iniciar l'arduino. Això es fa posant la frase "void setup".

Les accions que només executarà un cop l'arduino seran: iniciar el port sèrie Bluetooth a 9600 baudis³², definir els pins "corazon", "estomago", "pulmones" i "vejiga" com a ports de sortida i que a aquests envii 5 volts. Aquesta acció provoca que els relés ,que són els encarregats d'encendre o apagar els aparells que fan funcionals els òrgans, estiguin desactivats.

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pincorazon, OUTPUT);
  pinMode(pinvejiga, OUTPUT);
  pinMode(pinestomago, OUTPUT);
  pinMode(pinpulmones, OUTPUT);

  digitalWrite (pincorazon,HIGH);
  digitalWrite (pinvejiga,HIGH);
  digitalWrite (pinpulmones,HIGH);
  digitalWrite (pinestomago,HIGH);
}
```

Fig. 26. Codi a executar només a l'iniciar l'arduino.

En segon lloc i per finalitzar es redacta un codi que s'executarà constantment mentre que l'arduino estigui encès. Això es fa amb la frase " void loop".

Aleshores s'indica que si l'arduino i el Bluetooth s'estan comunicant, mentre estiguin connectats l'un amb l'altre l'arduino rebí l'entrada, que rep del Bluetooth, i emmagatzemi aquesta informació en caràcter. Tots els símbols que rep l'arduino del Bluetooth s'emmagatzemen en "texto" que fa una funció similar a la del historial d'internet.

Es torna a exposar que mentre que la connexió estigui establerta en cas de rebre més d'un caràcter en un període molt curt de temps, només s'executi el primer i la resta s'emmagatzemin en "basura".

³² És una unitat de mesura que indica el nombre de caràcters per segon que pot rebre la placa base.

El codi redactat a continuació assenjala que depenent del caràcter rebut l'arduino enviï per un pin determinat 0 volts. D'aquesta manera es provoca que el relé que correspon al pin pel qual s'han enviat 0 volts s'encengui, aleshores l'òrgan que controla aquell relé s'activa. Finalment els caràcters emmagatzemats en "texto" s'eliminen.

```

void loop()
{
  if(Serial.available()){
    while(Serial.available())
    {
      char caracter = (char)Serial.read();
      texto += caracter;
    }
    while (Serial.available() > 0)
    { basura = Serial.read() ; }
    if(texto == "a"){
      digitalWrite (pincorazon,LOW);
    }
    if(texto == "b"){
      digitalWrite (pincorazon,HIGH);
    }
    if(texto == "c"){
      digitalWrite (pinestomago,LOW);
    }
    if(texto == "d"){
      digitalWrite (pinestomago,HIGH);
    }
    if(texto == "e"){
      digitalWrite (pinpulmones,LOW);
    }
    if(texto == "f"){
      digitalWrite (pinpulmones,HIGH);
    }
    if(texto == "g"){
      digitalWrite (pinvejiga,LOW);
    }
    if(texto == "h"){
      digitalWrite (pinvejiga,HIGH);
    }
    texto = "";
  }
}

```

Fig. 27. Codi a executar en bucle.

3.4. PROGRAMACIÓ AMB BLOCS DE L'APLICACIÓ

La realització de l'aplicació, que té l'objectiu d'enviar senyals per Bluetooth, s'ha dut a terme amb l'App Inventor, un programa de l'Institut Tecnològic de Massachusetts.

En primer lloc es va dissenyar la portada que seria visible a l'aplicació. Aquesta pantalla té una barra superior on hi ha dos selectors un per connectar i l'altre per desconnectar el Bluetooth. Aquesta barra també conté una variable de text que indica l'estat de la connexió. Si després de polsar el botó de connectar no estableix vincle amb el Bluetooth surt "ERROR", si es vincula apareix "CONNECTAT" i si es prem el botó desconnectar surt "DESCONNECTAT".

Tot seguit apareix un bloc horitzontal que en el seu interior conté dos barres verticals més, i que aquestes a la vegada contenen un bloc horitzontal. En la part inferior hi apareix un quadre conjunt idèntic al de dalt. La primera divisió es fa per separar els dos sistemes, i la següent perquè el bloc superior conté la imatge del sistema i la inferior dos botons, un de color verd per encendre i l'altre vermell per apagar l'aparell que s'indica a la fotografia. Tot i que el text que es veu en els botons és ON o OFF cada botó té un nom per exemple digestiu on i digestiu off, nombrar els botons té la finalitat de diferenciar els pulsadors dels sistemes els uns dels altres, per tal de facilitar la programació posterior.

Les imatges que simbolitzen cada sistema són pictogrames extrets d'ARASAC.

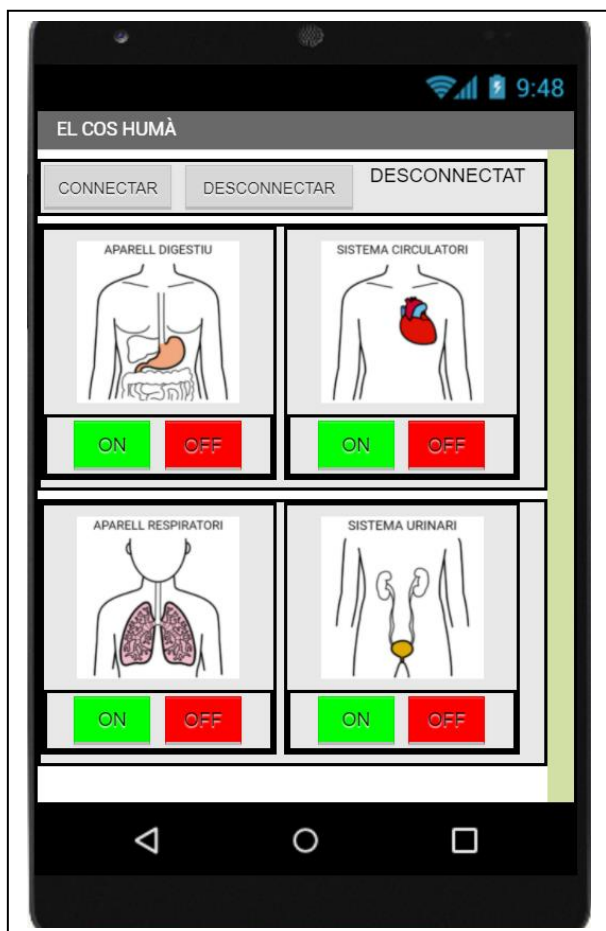


Fig. 28. Pantalla de l'aplicació.

Una vegada dissenyada la pantalla es va configurar el codi de l'aplicació.

Només iniciar-se l'aplicació es va imposar que a l'etiqueta estat del Bluetooth al text hi digués "desconnectat", aquesta paraula també apareix si es clica el botó de desconnectar i el Bluetooth deixa d'establir vincle amb l'app.

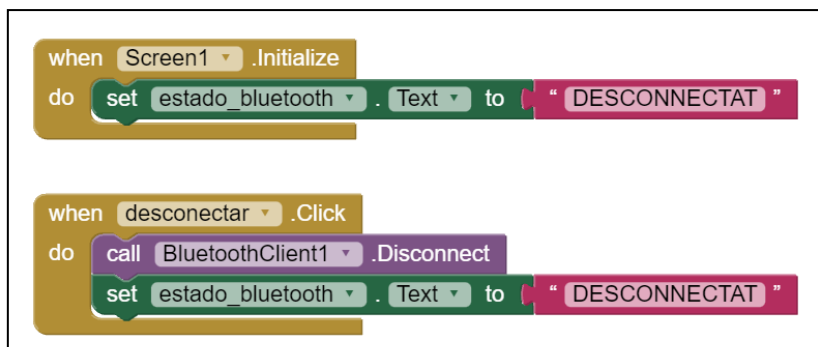


Fig. 29. Bocs de la configuració de l'estat del Bluetooth com a desconnectat.

Si es clica el selector de Bluetooth s'obre un llistat de tots els dispositius que hi ha disponibles. Quan es selecciona un, l'aplicació avalua l'estat de la connexió, si s'estableix vincle a la variable estat del Bluetooth hi apareix la paraula connectat; si per el contrari no s'aconsegueix enllaçar apareix la paraula error.

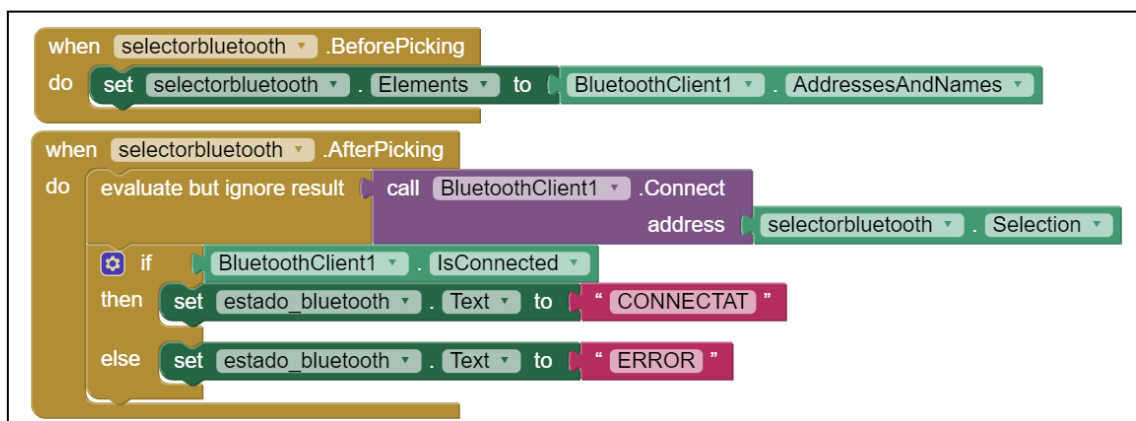


Fig. 30. Configuració de la connexió del Bluetooth.

L'aplicació envia senyals via Bluetooth. Aquestes senyals són lletres que el mateix dispositiu envia a l'arduino, que les processa i depenent de la lletra rebuda inicia una acció o una altre. Les funcions que fa l'arduino són envia o no enviar corrent al relé, cosa que activa o desactiva els sistemes. Depenent del polsador de l'aplicació que es premsi s'emet una lletra o un altre. A part d'enviar una lletra al clicar el botó "on" d'un aparell es reproduïx el soroll d'aquest i al clicar "off" es para la reproducció. Els sorolls utilitzats estan extrets del Banco de Imagenes i Sonidos del Ministeri d'Educació i Formació Professional.

La programació que es veu a la imatge 31 correspon a les senyals que envia l'aplicació segons el botó clicat.

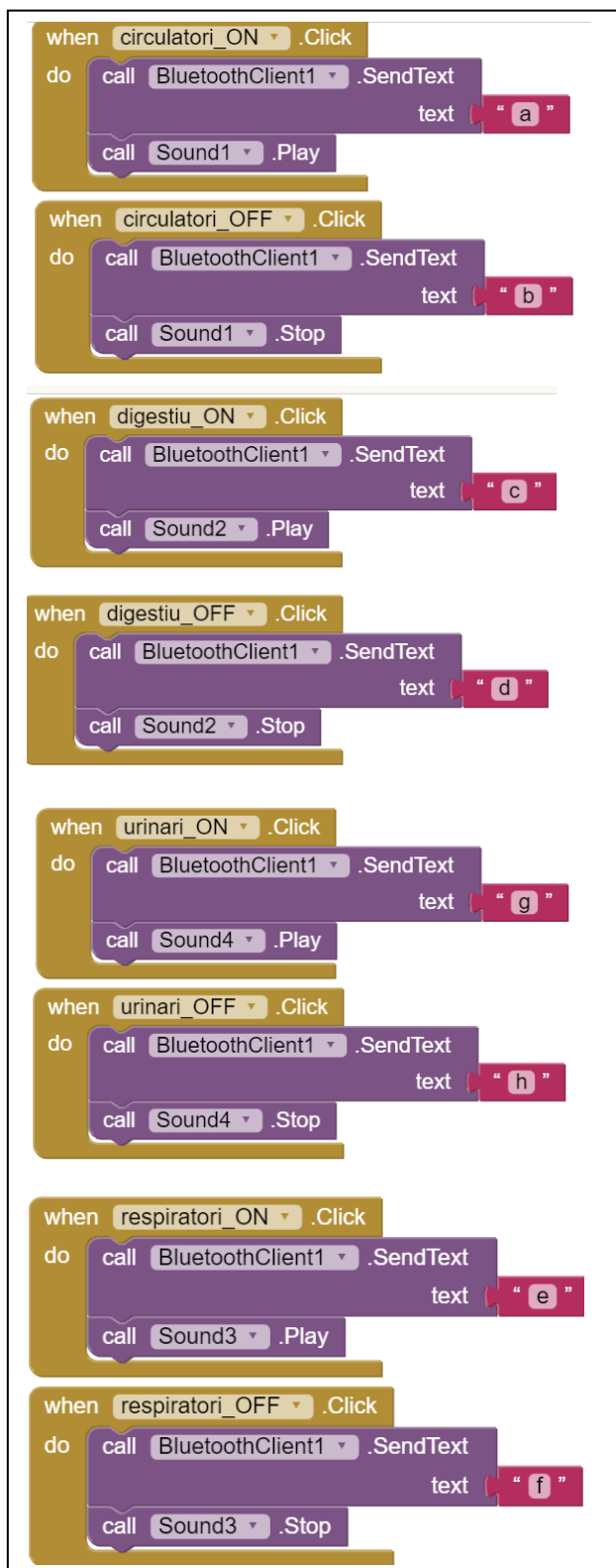


Fig. 31. Programació amb blocs de les senyals enviades dependent del botó clicat.

3.5. CABLEJAT

Per fer l'endollat s'han utilitzat una placa base d'Arduino, cables, dues fonts d'alimentació de 12 volts, 2 motors elèctrics, una bomba d'aire, 2 bombes d'aigua, 1 relé de 8 i un cable d'allargador amb dos endolls. Totes les bombes i motors són de 12 volts.

Una de les fonts alimenta directament a tots els motors i bombes mentre que l'altra està endollada a l'Arduino. S'utilitzen dues perquè al engegar només una es produïen baixades de la tensió aleshores l'Arduino es reiniciava i deixaven de funcionar els aparells.

De cada motor i bomba surt un cable amb negatiu i positiu. El cable negatiu està connectat directament al seu homònim de la font d'alimentació. El positiu de cada dispositiu està inserit a l'entrada esquerra d'un relé que té tres entrades. El relé u correspon a l'aparell circulatori, el dos al urinari, el tres al respiratori i el relé quatre al aparell digestiu. La bateria està connectada al cada una de les entrades centrals del relé.

De la placa base surten quatre cables: el primer va del port RX al TX del Bluetooth, el segon uneix el port TX amb el port RX del Bluetooth; per aquest cables l'Arduino rep la informació emesa per l'aplicació, el tercer cable enllaça els dos ports GND³³ i el quart va del VCC del Bluetooth al 3V de l'Arduino; per aquests cables el port Bluetooth rep corrent que el permet estar en funcionament.

Els pins dos, tres, quatre i sis de l'Arduino estan connectats als relés. El pin dos s'uneix al relé u, el tres s'uneix al relé dos, el pin quatre s'uneix al tres i finalment el port sis s'uneix al relé quatre. Per aquests cables l'arduino envia o no 5 volts als relés, mentre el relé rep 5 volts està desactivats i si no els rep s'activa provocant que pels cables de corrent positiva dels aparells corri electricitat que activa els motors i bombes.

³³ En un Arduino el GND correspon a la corrent positiva mentre que el VCC es de corrent negativa.

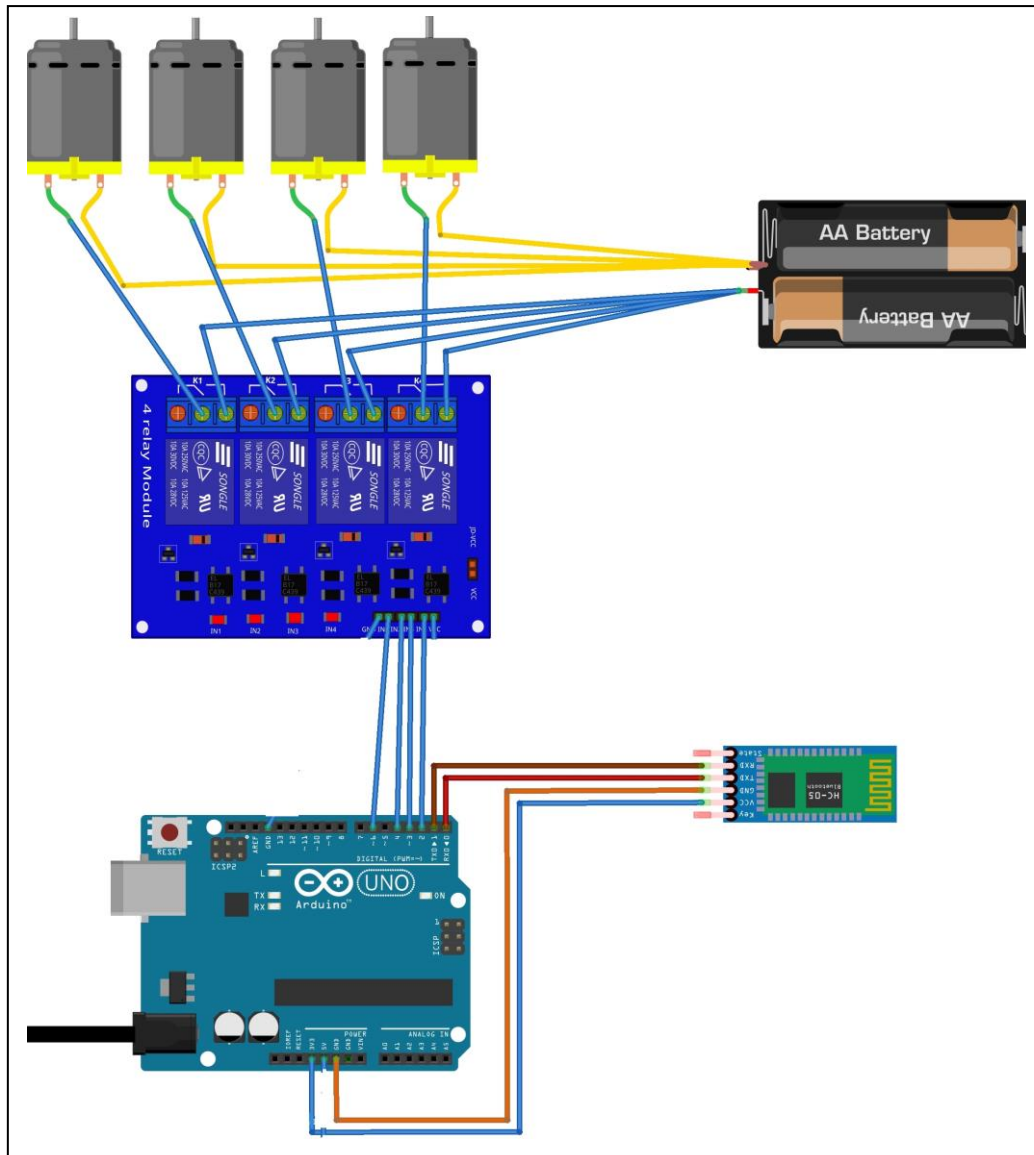


Fig. 32. Esquema de la connexió dels cables.

3.6. MUNTATGE DEL SISTEMES

En aquest apartat s'explica com es van unir tots els òrgans amb els seus respectius motors i bombes.

El primer que es va fer va estar construir un calaix amb fustes a mesura per col·locar tots els torsos. Per unir-los es van disposar sobre la fusta, es va resseguir el contorn interior del tors. Tot seguit es van tallar fustes amb la forma del voltant de la figura i amb un trepant i cargols es van fixar al calaix i al tors.

En segon lloc es van enganxar els dispositius electrònics amb cinta de doble cara al calaix.

En tercer lloc es van fer forats a part superior de fusta per poder passar cables i tubs per cada aparell.

Finalment es van muntar tots els motors i bombes i es van unir amb els òrgans.

L'aparell digestiu està format per l'estómac, la vesícula biliar, el fetge, l'intestí gros i l'intestí prim; aquest estan representats per tubs de plàstic translúcids. Per construir-lo es va fer un forat a la boca, per aquest es va passar el tub més petit que també va introduir per l'estómac, després es van fer els plects de l'intestí prim i amb fil de pescar i silicona es van enganxar. Es va connectar l'intestí prim amb l'intestí gros i aquest últim es va introduir a una capsa hermètica de plàstic a la qual se li havia fet un forat. A aquesta carmanyola se li va fer una obertura i es va introduir la boca de la bomba d'aire. Per regular millor la velocitat amb la qual passen els aliments es va ficar una aixeta i es van fer petits forats al plàstic. Per finalitzar es van enganxar el fetge i la vesícula biliar.

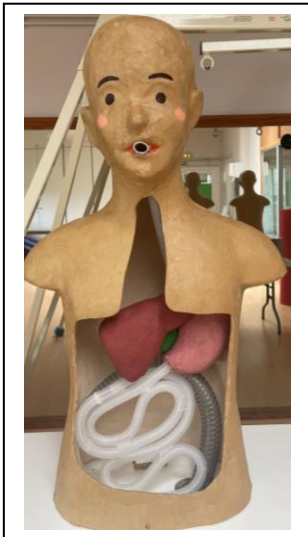


Fig. 33. Tors de l'aparell digestiu.

L'aparell urinari el componen els ronyons, dos urèters, la uretra que és un tub de plàstic i la bufeta de l'orina. Per fabricar-lo es va introduir un dels forats del tub per la bomba i l'altre a una caixa de plàstic que conté l'orina, una barreja d'oli; aigua i purpurina groga. A continuació es va tallar la bufeta pel mig i es va unir sobre el tub de la uretra. Finalment es van enganxar els urèters als ronyons i a la bufeta.

El sistema circulatori està constituït pel cor, un pulmó i tubs que simbolitzen les venes i artèries. El muntatge es va fer unint amb una T les venes que van a parar al pulmó amb les artèries del cor. Es va fixar un tub amb la bomba i l'altre es va passar per un forat que es va fer a la coberta d'un taper de plàstic en el qual hi ha la sang, que es una barreja d'oli, H₂O, colorant vermell i purpurina. Per acabar es va col·locar el cor i el pulmó sobre les venes i artèries.



Fig. 34. Tors del sistema circulatori i urinari.

L'aparell respiratori està format per dos pulmons únicament. Aquests tenen al seu interior un motor cadascun, amb una rodeta que provoca que les fustes que recobreixen el motor es moguin simulant així el moviment dels pulmons quan una persona inspira i expira.

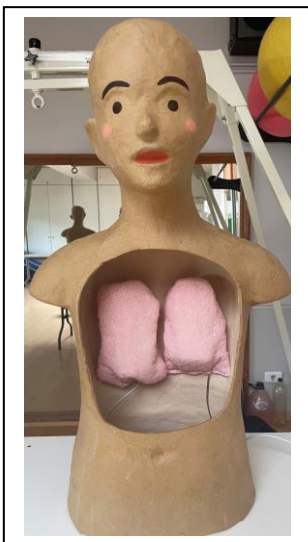


Fig. 35. Tors de l'aparell respiratori.

3.7. POSADA EN PRÀCTICA DELS MODELS ANATÒMICS

Per tal de comprovar l'efectivitat dels prototips dissenyats, es van impartir tres sessions a classes diferents del CPEE Alba, en què els alumnes van rebre una lliçó sobre el funcionament del cos humà amb el suport del material creat i a més a més van poder utilitzar-lo i manipular-lo. Tots ells tenien coneixements previs del funcionament del cos humà perquè el tercer trimestre del curs anterior havien treballat a nivell de centre aquesta unitat didàctica a totes les aules. El prototip estava situat a la sala de psicomotricitat i les tres aules van anar passant en diferents franges horàries d'una durada de 50 minuts cadascuna durant el matí. L'aplicació es va instal·lar en un mòbil des del qual els alumnes podien encendre i apagar els sistemes elèctrics.

Després de realitzar totes les sessions, es va enviar una enquesta a totes les professionals que havien estat presents, per tal de rebre feedback i recollir propostes de millora. Les respostes es troben a l'última apartat del annex

3.7.1. AULA DE PRIMÀRIA ADAPTADA

En aquesta aula hi ha onze alumnes d'edats que oscil·len entre els 8 i els 12 anys, quatre d'ells diagnosticats amb TEA.

A l'arribar van començar a treure's les sabates, seguint la seva rutina habitual a l'aula de psicomotricitat, tot i que prèviament les mestres els hi havien anticipat l'activitat que realitzarien.

Una vegada van estar asseguts al banc que hi havia dipositat just davant dels models anatòmics funcionals i començada l'explicació tres dels alumnes amb TEA es van aixecar a jugar amb els elements de la sala. En quant es va activar el tors de l'aparell digestiu, un d'ells es va acostar a mirar-lo, mentre que l'alumna que l'havia engegat i que més atenta estava es va posar a cridar espantada pel soroll i va haver d'abandonar la sala durant uns minuts acompanyada d'una educadora. Posteriorment es va incorporar i mentre va estar ella no es va tornar a engegar. Els quatre alumnes autistes finalment van mostrar-se participatius i van gaudir de l'activitat.

Un d'ells va mostrar preferència pel sistema circulatori mirant molt de prop com es movia la sang per les venes, la resta van preferir l'aparell digestiu, observant amb atenció el circuit que recorria l'aliment al ser introduït per la boca. La resta d'alumnes van triar l'aparell respiratori i feien inspiracions i expiracions mentre el sistema estava en funcionament perquè va ser el que més van treballar el curs anterior i el van relacionar amb les activitats que havien realitzat a l'aula.

3.7.2. AULA DE SECUNDÀRIA ADAPTADA 1

Aquesta aula està formada per cinc alumnes d'edats compreses entre els dotze i els quinze anys. Tres d'ells presenten paràlisi cerebral i els altres dos tenen TEA, un d'ells no va participar a l'activitat per decisió de la mestra, ja que té obsessió pels mòbils i aquell matí estava molt neguitós; tot i així se li va permetre observar des de la porta acompanyat d'un educador. L'altre alumne no va acostar-se més als models anatòmics però sí manipular-los des de l'aplicació mòbil.

En aquesta classe, al ser la ràtio més petita, l'atenció va poder ser més individualitzada i van estar més estona manipulant els prototips.

Abans de començar es va preguntar si algun d'ells presentava hipersensibilitat acústica per evitar incidents com el de l'anterior grup i la resposta va ser negativa. Curiosament van gaudir del soroll d'aspirador de l'aparell digestiu.

En aquesta classe els alumnes van mostrar més interès per l'aplicació mòbil i la seva relació causa efecte, fins al punt que un d'ells, una vegada es va acabar l'activitat i es van retirar, va tornar a entrar a la sala i va engegar tots els aparells de sobte.

3.7.3. AULA DE SECUNDÀRIA ADAPTADA 2

Aquesta aula està formada per onze alumnes d'entre tretze i divuit anys. Tots ells presenten una competència curricular superior a la de la resta d'aules. Tres dels alumnes estan diagnosticats amb TEA.

L'atenció i concentració dels alumnes durant l'activitat va ser molt bona, permetent fer una explicació prèvia més extensa dels diferents aparells i sistemes.

Els coneixements previs dels alumnes van permetre que la sessió fós més dinàmica i interactiva. Tots ells van participar de forma activa fent aportacions, preguntes i oferint-se per fer ús de l'aplicació. Un dels nois amb TEA va ser curiosament el que més va participar i més aportacions va fer.

La valoració per part de la mestra, educadora i psicòloga presents en aquesta sessió va ser molt positiva. Els nois i noies van aprendre i gaudir especialment amb el so del cor que es posa en marxa a l'encendre l'aparell circulatori.

3.8. ENQUESTES REALITZADES A L'EQUIP EDUCATIU³⁴

L'enquesta realitzada constava de set preguntes, dues de resposta redactada i les altres de puntuació de l'u al deu. Ha estat contestada per set persones.

En la pregunta sobre quins materials són més efectius en el procés d'ensenyament i d'aprenentatge dels nens i nenes amb TEA totes han respòs que els recursos visuals, altres respostes que s'han donat han estat: materials tangibles, manipulatius, pictogrames i símbols.

En les preguntes que demanaven una valoració dels models anatòmics funcionals el 83,3 % de les enquestades els han puntuat amb un deu. A més a més l'han considerat una eina efectiva, adequada i pràctica per a l'ensenyament de persones amb TEA.

Totes les enquestades han coincidit en que aquest material és útil per l'ensenyança d'altres tipologies d'alumnes.

Les propostes de millora que s'han recollit han estat: reduir el soroll produït per l'aparell digestiu, utilitzar tableta en lloc de mòbil, augmentar el volum del so del cor i utilitzar més suport d'imatges i pictogrames.

³⁴ Els resultats de l'enquesta es troben a l'annex.

4. CONCLUSIONS

Després de realitzar les sessions de posada en pràctica dels models anatòmic funcionals i de rebre les respostes de l'enquesta s'ha pogut confirmar la hipòtesi formulada a l'inici del projecte: Potser l'elaboració d'uns models anatòmics funcionals en 3D, controlats a través d'una aplicació i que utilitzen recursos visuals, facilita l'aprenentatge del funcionament del cos humà dels alumnes amb TEA.

El fet de que els models estiguin fets en 3D i en dimensions força apropades a la realitat crida més l'atenció de tot l'alumnat no exclusivament dels alumnes amb TEA. Per contra, aquest fet ha suposat un inconvenient pel seu transport i muntatge motiu pel qual és molt menys pràctic que altres recursos materials ja existents.

El cost dels materials necessaris per elaborar els torsos és elevat, això fa que si no s'ha d'utilitzar amb freqüència o no pot ser utilitzat per un públic ampli, altres recursos siguin més assequibles encara que no estiguin tant adaptats.

El resultat final és atractiu però a la vegada fràgil, tant els òrgans interns com els mecanismes electrònics. El cablejat es pot desconnectar i els òrgans trencar, per això cal una persona que se'n faci càrrec de conservar-lo en bon estat. Aquesta persona ha de tenir uns coneixements sobre la connectivitat dels cables i sobre el funcionament de l'arduino i de l'aplicació. Per aquest motiu, en cas de que els models anatòmics fossin propietat d'una escola, caldria redactar un manual d'instruccions.

El codi de configuració de l'app és modificable, això permet adaptar-la a les necessitats individuals i incorporar les millores necessàries proposades pels educadors; inclús poden ser ells mateixos els que facin aquestes modificacions, ja que el codi en blocs és molt intuïtiu i només requereix uns coneixements bàsics de programació.

Els nens i nenes amb TEA sense parla utilitzen comunicadors amb sistema IOS i encara que l'ideal seria instal·lar l'aplicació gratuïta dissenyada al propi comunicador aquesta només es compatible amb sistemes d'android.

Es confirma també que les tecnologies fomenten l'interès per l'aprenentatge i augmenten la participació, ja que durant les sessions s'observa com a mesura que els alumnes començaven a utilitzar l'aplicació l'interès per l'activitat era major.

Els aparells dins de l'app estan representats per pictogrames extrets d'ARASAC. Aquests sistemes augmentatius i alternatius de comunicació faciliten l'accés a l'entorn degut a que es relaciona la imatge amb l'objecte real. La correlació del color verd al botó d'engegar i del vermell al botó d'apagar facilita el seu ús a aquells nens i nenes que no saben llegir, perquè associen els colors de forma intuïtiva.

Cada aparell i sistema s'ha representat auditivament amb un so característic. Això permet que els alumnes facin servir més canals d'aprenentatge, l'auditiu i a més permet disminuir els sorolls ambientals, reduir les interferències i distraccions i atenuar el so de l'aspirador de l'aparell digestiu.

El millor aprenentatge és aquell que és significatiu i que es generalitza a altres entorns a més de l'escolar. El tema tractat, el funcionament del cos humà és significatiu i el prototip s'ajusta a la realitat. La generalització de l'aprenentatge és més fàcil i un fet que ho corrobora és que durant el dinar alguns dels nens i nenes presents en les activitats van explicar el que havien après als monitors del menjador relacionant-ho amb les funcions que fa el seu propi cos tot dient: "Ara passa per la boca i després per un tub fins que va al cul per fer caca" i fent amb el dit el recorregut imaginari de l'aliment.

Els recursos tangibles, manipulatius, realistes, visuals, auditius i interactius com els models anatòmics funcionals dissenyats són recursos idonis per a alumnes amb TEA però també són efectius i afavoridors de l'aprenentatge de qualsevol persona.

5. BIBLIOGRAFIA

Aa.dd.(2015). *Biologia i Geologia de tercer d'ESO*. Barcelona: Santillana.

Aa.dd (2007). *Bodies:The Exhibition*. Atlanta: Premier Exhibitions.

AIMS-2-TRIALS <<https://www.aims-2-trials.eu/2021/01/19/reduced-flexible-behaviour-in-autism-is-driven-by-less-optimal-learning/>> [Consulta: 15 d'abril 2021]

ARAASAC <<https://arasaac.org/aac/es> > [Consulta: 14 d'abril 2021]

- <<https://arasaac.org/pictograms/es/2715/coraz%C3%B3n> > [Consulta: 25 de setembre 2021]
- <<https://arasaac.org/pictograms/es/3309/est%C3%B3mago> > [Consulta: 25 de setembre 2021]
- <<https://arasaac.org/pictograms/es/2822/pulmones> > [Consulta: 25 de setembre 2021]
- <<https://arasaac.org/pictograms/es/3407/vejiga> > [Consulta: 25 de setembre 2021]

BRAVO, Alicia; MITJÀ, Sara i M.SOLER, Josep (2011). *Alumnado con trastorno del espectro autista*. Barcelona: Graó.

Confederación de Autismo de España <<http://www.autismo.org.es/sobre-los-TEA>> [Consulta: 15 d'abril 2021]

- <<http://www.autismo.org.es/sobre-los-TEA/trastorno-del-especto-del-autismo>> [Consulta: 15 d'abril 2021]
- <<http://www.autismo.org.es/sobre-los-TEA/educacion>> [Consulta: 15 d'abril 2021]

Diccionari de ceràmica <<http://ceramicdictionary.com/ca/>> [Consulta: 15 de setembre 2021]

Economía TIC <<https://economyatic.com/concepto-de-tic/>> [Consulta: 25 d'abril]

FERNÁNDEZ, Luisa (2015). "TIC y autismo. Introducción de la tecnología como recurso para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista". Universitat de Santiago de Compostela. <[https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/14553/TFG1415_Fern%
%a1ndez_L%c3%b3pezValeiras_Luisa_P_X.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/14553/TFG1415_Fern%c3%a1ndez_L%c3%b3pezValeiras_Luisa_P_X.pdf?sequence=4&isAllowed=y)> [Consulta: 15 d'abril 2021]

GARDIN, Temple (2006). *Pensar con imágenes: Mi vida con el autismo*. Barcelona: Alba Editorial.

HORNA CASTIÑEIRAS, Marlene (2021). *Niños y niñas en el espectro del autismo: Comprensión y estrategias prácticas de apoyo educativo*. Alcalá: Editorial CCS. p. 27-241.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR AUTISM RESEARCH. F.Happé.
“Understanding the person with ASD.”
<<https://imfar.confex.com/imfar/2013/videogateway.cgi/id/304?recordingid=304>>
[Consulta: 15 d’abril 2021]

La Vanguardia <<https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20200330/48115016585/autismo-tea-dia-mundial-concienciacion-trastorno.html>> [Consulta: 25 de setembre 2021]

Mayo Clínic <<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/autism-spectrum-disorder/symptoms-causes/syc-20352928>> [Consulta: 15 d’abril 2021]

NETTER, Frank (2000). *Atlas de Anatomía Humana*. Canadà: Masson,S.A. p. 184-329

NEUROLOGÍA.COM. Revista de Neurología [en línia]. Aa.dd. 2017.
<<https://www.neurologia.com/articulo/2009767>> [Consulta: 15 d’abril 2021]

NEUROLOGÍA.COM. Revista de Neurología [en línia]. MARTOS-PÉREZ, J i LLORENTE-COMÍ, M 2013.<<https://neurologia.com/articulo/2013264>> [Consulta: 15 d’abril 2021]

Organización Mundial de la Salud <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>> [Consulta: 25 de setembre 2021]

PALOMAR, Maria José (2009). “Ventajas e inconvenientes de las TIC en la docencia”. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*. núm. 25 <https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_25/MARIA_JOSE_PALOMAR_SANCHEZ01.pdf> [Consulta: 25 d’abril 2021]

PAULA, Isabel i ARTIGAS-PALLARÈS, Josep (2012). "El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger". *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*. vol. 32. núm. 115. p. 567-587.

PEDIATRIA INEGRAL. Órgano de expresion de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria. Terrasa: aa.dd. (2017) <<https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2017-03/los-trastornos-del-espectro-autista-tea/> > [Consulta: 12 d'abril 2021]

RODRÍGUEZ-BARRIONUEVO, Carlos (2002). "Diagnóstico clínico del autismo". *Revista de Neurología*. vol. 34. <http://files.usal-psicopatoinfanto.webnode.com.ar/2000002911b5061c4e5/Rodriguez_Diagnostico%20Clinico%20del%20Autista.pdf> [Consulta: 25 d'abril 2021]

ROGERS, Sally i DAWSON, Geraldine (2010). *Modelo Denver de atención temprana para niños pequeños con autismo: Estimulación del lenguaje, el aprendizaje y la motivación social*. Ávila: Autismo Ávila. p.5-25

RUBIALES, Maria José (2009). "Utilizar las TIC como recurso educativo". *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*. núm. 25 <https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_25/M_JOSE_RUBIALES_1.pdf >[Consulta: 25 d'abril 2021]

Telenotícies. TV3 a la carta emés el 12 de febrer del 2021 <<https://www.ccma.cat/tv3/alcanta/telenoticias-comarques/un-centre-residencial-de-caldes-per-a-persones-amb-discapacitat-intellectual-sha-convertit-en-un-referent-en-el-tractament-de-persones-amb-autisme-apliquen-el-metode-teacch-que-ja-es-fa-servir-en/video/6084767/> > [Consulta: 19 d'abril 2021]

Telenotícies. TV3 a la carta emés el 2 d'octubre del 2020
<<https://www.ccma.cat/tv3/alacarta/telenoticies-comarques/omplen-de-pictogrames-un-barri-de-tarragona-per-ajudar-els-infants-amb-autisme/video/5929269/>> [Consulta: 19 d'abril 2021]

WIEDER, Serena i GREENSPAN, Stanley (2008). *Comprender el autismo*. Espanya: Integral.

YouTube <<https://youtu.be/xWzas4GbAal>> [Consulta: 19 d'agost 2021]

- <<https://youtu.be/DUDytZcv0vk>> [Consulta: 19 d'agost 2021]
- <<https://youtu.be/zUbTRHKREyA>> [Consulta: 19 d'agost 2021]
- <<https://youtu.be/rveXYcD24Go>> [Consulta: 19 d'agost 2021]
- <<https://youtu.be/oiuC43loy0o>> [Consulta: 25 de setembre 2021]
- <<https://youtu.be/OO7vKKuJ9a0>> [Consulta: 23 d'agost 2021]
- <<https://youtu.be/Q5UkNPgN9Ow>> [Consulta: 23 d'agost 2021]

6. ANNEX

Al següent annex es mostren fotografies fetes per l'autora d'aquest treball del procés de maquetació i construcció dels models anatòmics destinats a ajudar als alumnes amb TEA a comprendre el funcionament de l'aparell digestiu, el respiratori, del sistema circulatori i del urinari. També es troben les imatges de les eines i materials emprats.

6.1. MATERIALS I EINES EMPRADES EN LA CONSTRUCCIÓ DEL TORS I DEL COR³⁵

En aquest apartat es poden trobar les imatges dels materials i eines que s'enumeren als apartats 3.1.2. i 3.2.1. del corpus.



Fig.36. Cartó pedra.



Fig. 37. Paper Kraft.



Fig. 38. Cola de farina.³⁶

³⁵ Les imatges d'aquest apartat menys la de la cola de farina estan extretes de: Amazon <<https://www.amazon.es/>>

³⁶ Imatge extreta de: Crianza en verde <<https://crianzaenverde.com/2018/10/10/pegamento-casero-y-collage/>>



Fig. 39. Palets de modelar.

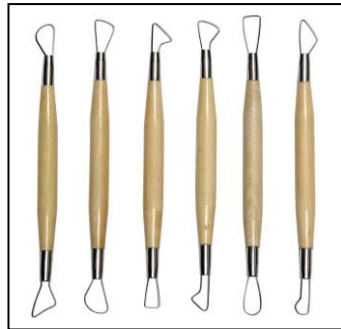


Fig. 40. Buidadors.



Fig. 41. Espàtules.



Fig. 42. Llengüeta.



Fig. 43. Cincell.



Fig. 44. Tallador de filferro.



Fig. 45. Maça.



Fig. 46. Peu de ceràmica.

6.2. IMATGES DEL PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ DELS TRES TORSOS

En el següent apartat del annex es troben fotografies més detallades i ordenades cronològicament del procés de construcció del prototip explicat a l'apartat 3.1.3. del corpus. Totes les fotografies han estat fetes per l'autora d'aquest projecte.



Fig. 47. Construcció del tronc.



Fig. 48. Constricció del cap.



Fig. 49. Allisat de la figura.



Fig. 50. Partatge de la figura i elaboració dels forats amb un buidador petit.

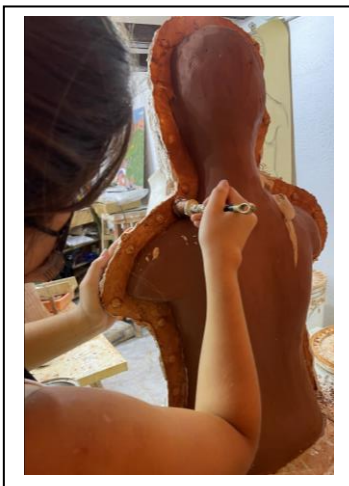


Fig. 51. Recobriment de la junta de la cara frontal del motlle amb vaselina.

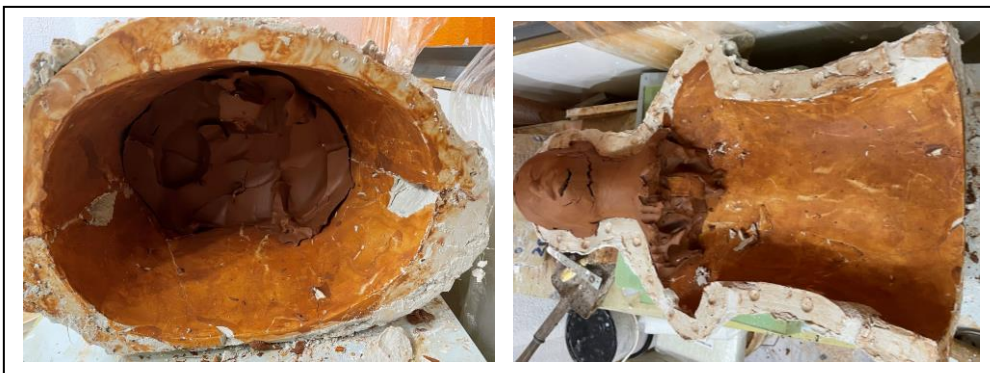


Fig. 52. Extracció de l'argila de l'interior del motlle.



Fig. 53. Recobriment del motlle amb cartó pedra.



Fig. 54. Dibuix del forat que es pretenia fer.



Fig. 55. Foradament del cartó pedra.

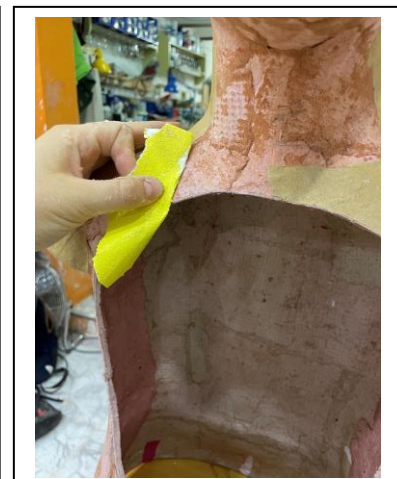


Fig. 56. Poliment de la bora



Fig. 57. Cobriment de tot el tors amb paper kraft.

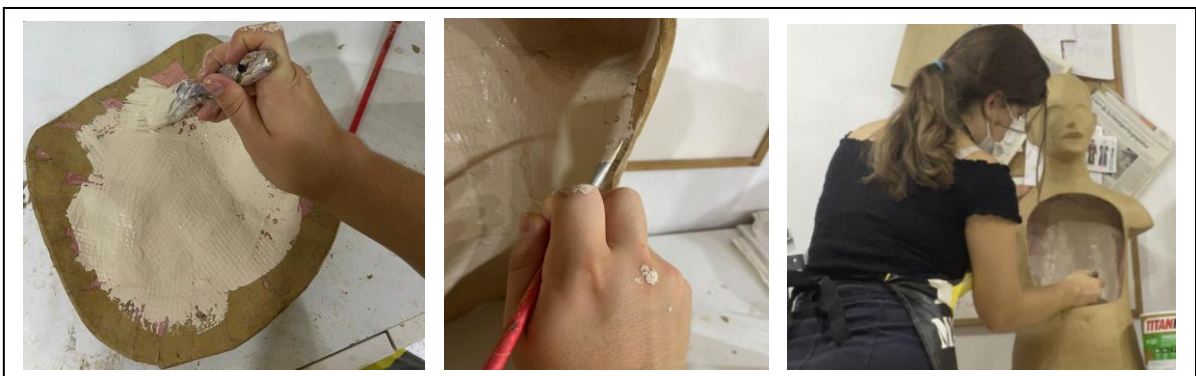


Fig. 58. Pintat de les tapes i del interior del cos.

6.3. IMATGES DEL PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ DELS ÒRGANS

A continuació es mostren imatges del procés de construcció de tots els òrgans dels aparells.



Fig. 59. Evolució de l'emmotllament del cor.



Fig. 60. Evolució de l'emmotllament del cor.



Fig. 61. Desemmotllament del cor



Fig. 62. Motlle del cor.

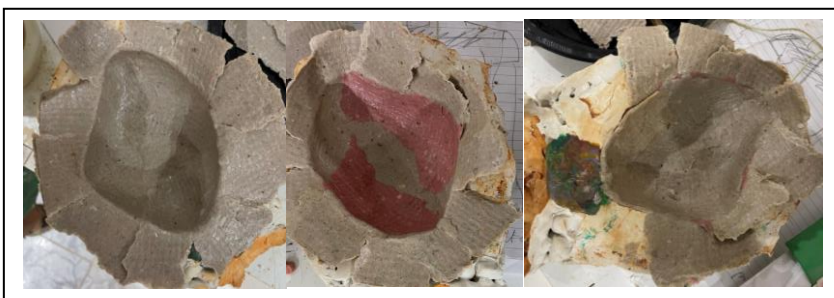


Fig. 63. Elaboració del cor amb cartró pedra.



Fig. 64. Dibuix dels òrgans sobre el porexpan.



Fig. 65. Procés de modelat.

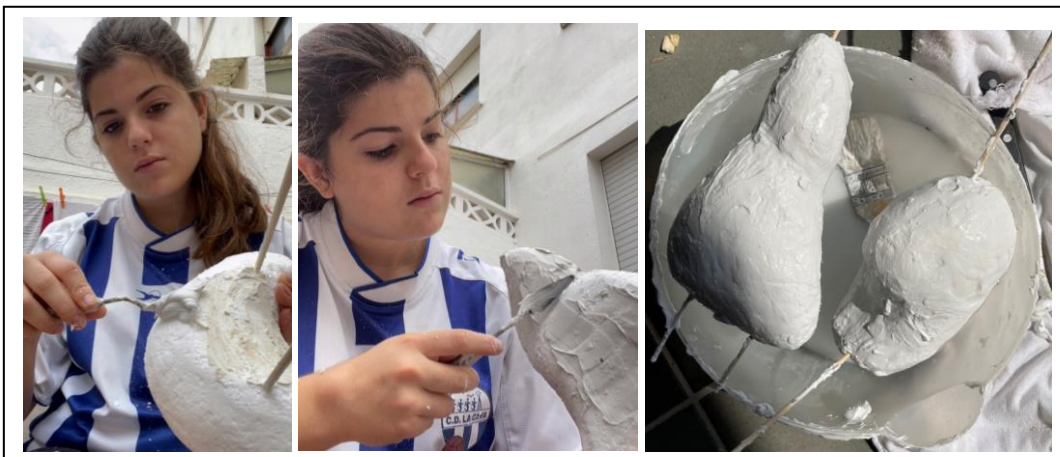


Fig. 66. Recobrint dels òrgans amb massilla.



Fig. 67. Afinament de la massilla.

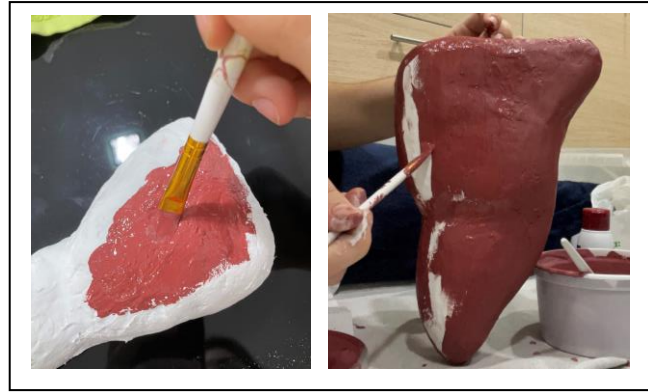


Fig. 68. Pintat dels òrgans



Fig. 69. Elaboració dels pulmons.

6.4. FOTOGRAFIES DEL CABLEJAT

En aquest apartat es mostren imatges extretes de Amazon dels materials utilitzats per fer el endollat i fotografies de l'evolució de les connexions fetes per l'autora d'aquests projecte.



Fig. 70. Placa Arduino.

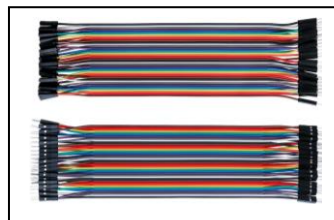


Fig. 71. Cables.



Fig. 72. Font d'alimentació.



Fig.73. Relé.



Fig.74. Bluetooth.



Fig.75. Allargador.

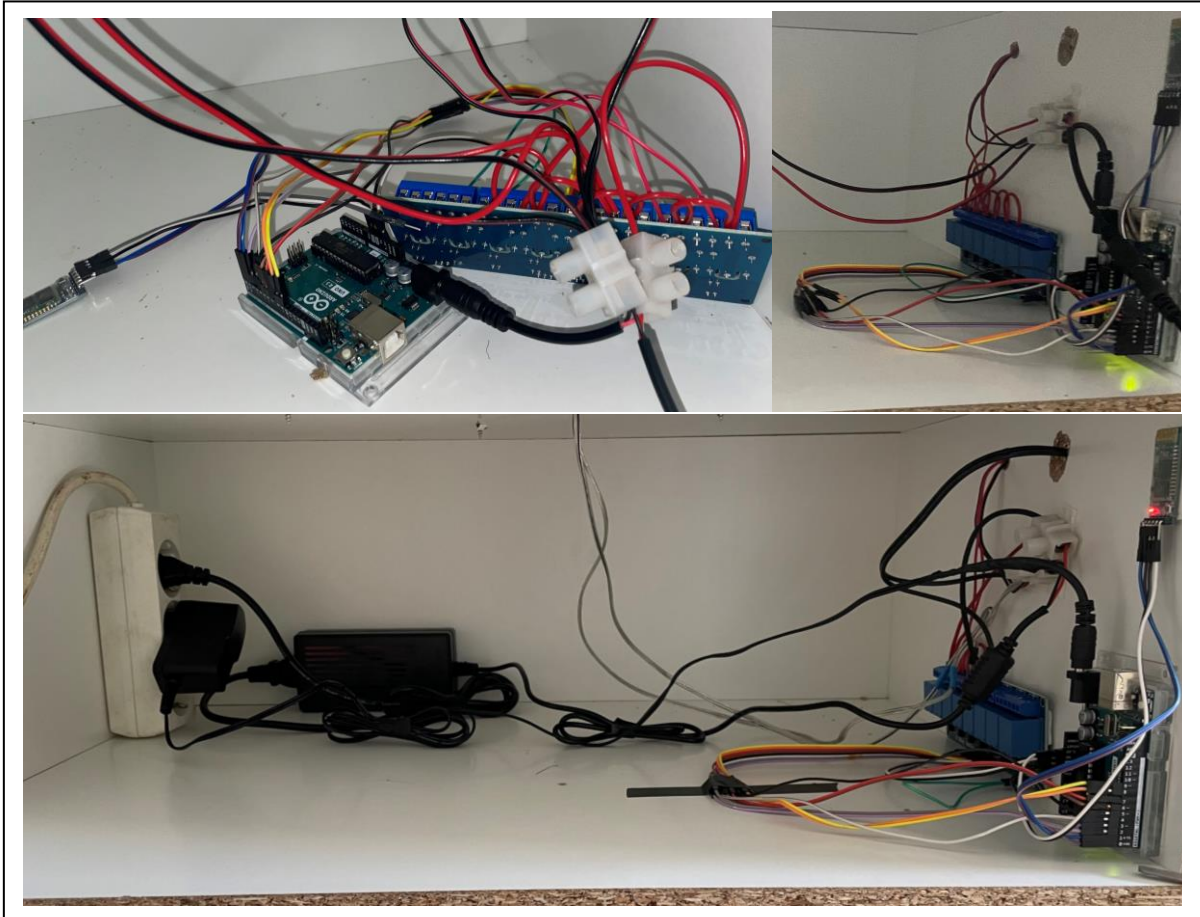


Fig. 76. Cablejat.

6.5. IMATGES MUNTATGE DELS MODELS ANATÒMICS I DELS MATERIALS EMPRATS.

En aquest apartat es mostren imatges dels materials emprats en el muntatge dels prototips extretes de Amazon i també del procés de contrucció fetes per l'autora d'aquest projecte.



Fig. 77. Aixeta.



Fig. 78. Motor.



Fig. 79. Bomba d'aigua.



Fig. 80. Bomba d'aire.



Fig. 81. Tub transparent.

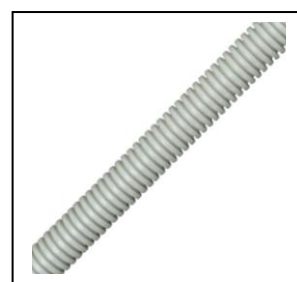


Fig. 82. Tub de plàstic.



Fig. 83. Tub de plàstic corrugat transparent.



Fig. 84. Construcció del aparell digestiu.

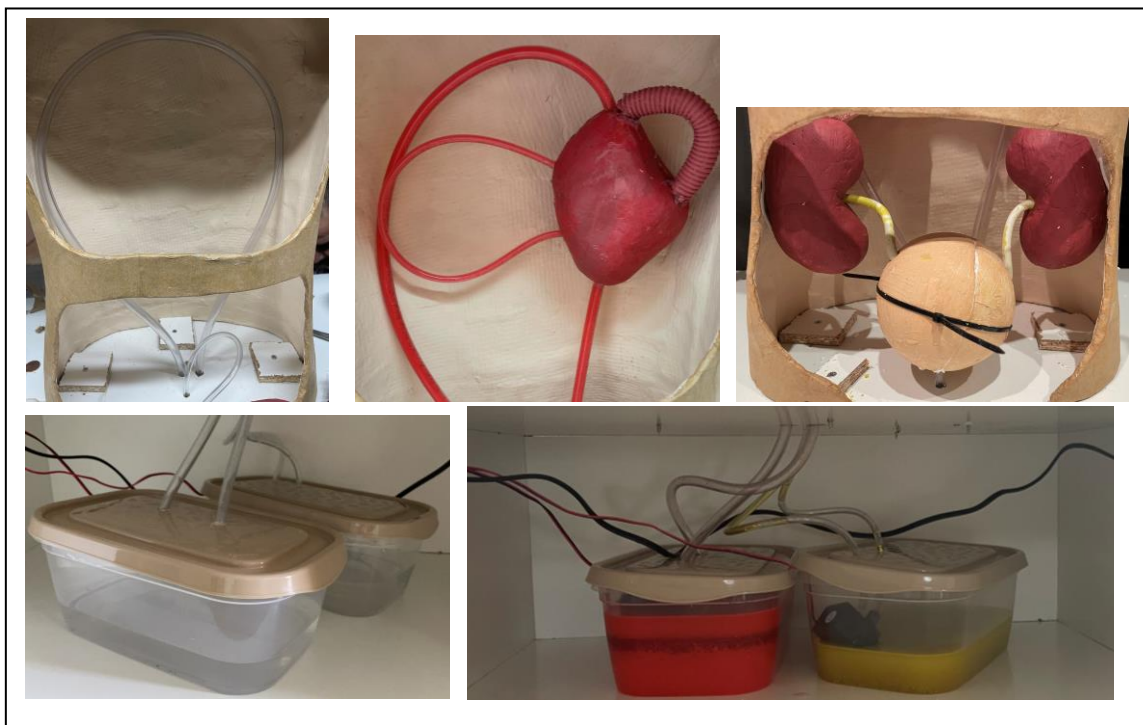


Fig. 85. Elaboració dels sistemes urinari i circulatori.

6.6. FOTOGRAFIES DE LES SESSIONS AL CPEE ALBA

En aquest subapartat del annex es mostren fotografies fetes per l'equip educatiu del CPEE Alba durant el transcurs de l'activitat.



Fig. 86. Aula de educació secundària adaptada 2.

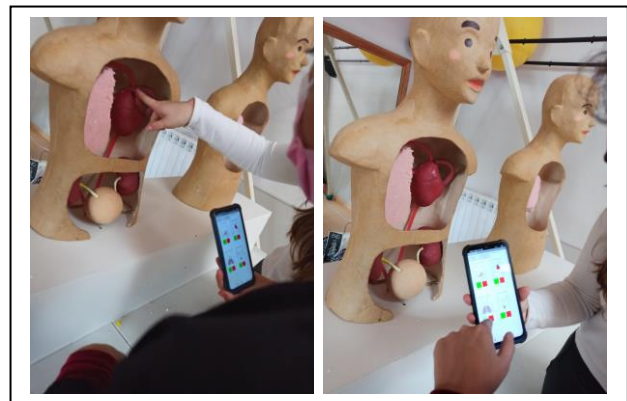


Fig. 87. Aula d'educació secundària 1.

Fig. 88. Ús de l'aplicació.



Fig. 89. Escoltar el so del cor.

6.7. PREGUNTES DE L'ENQUESTA

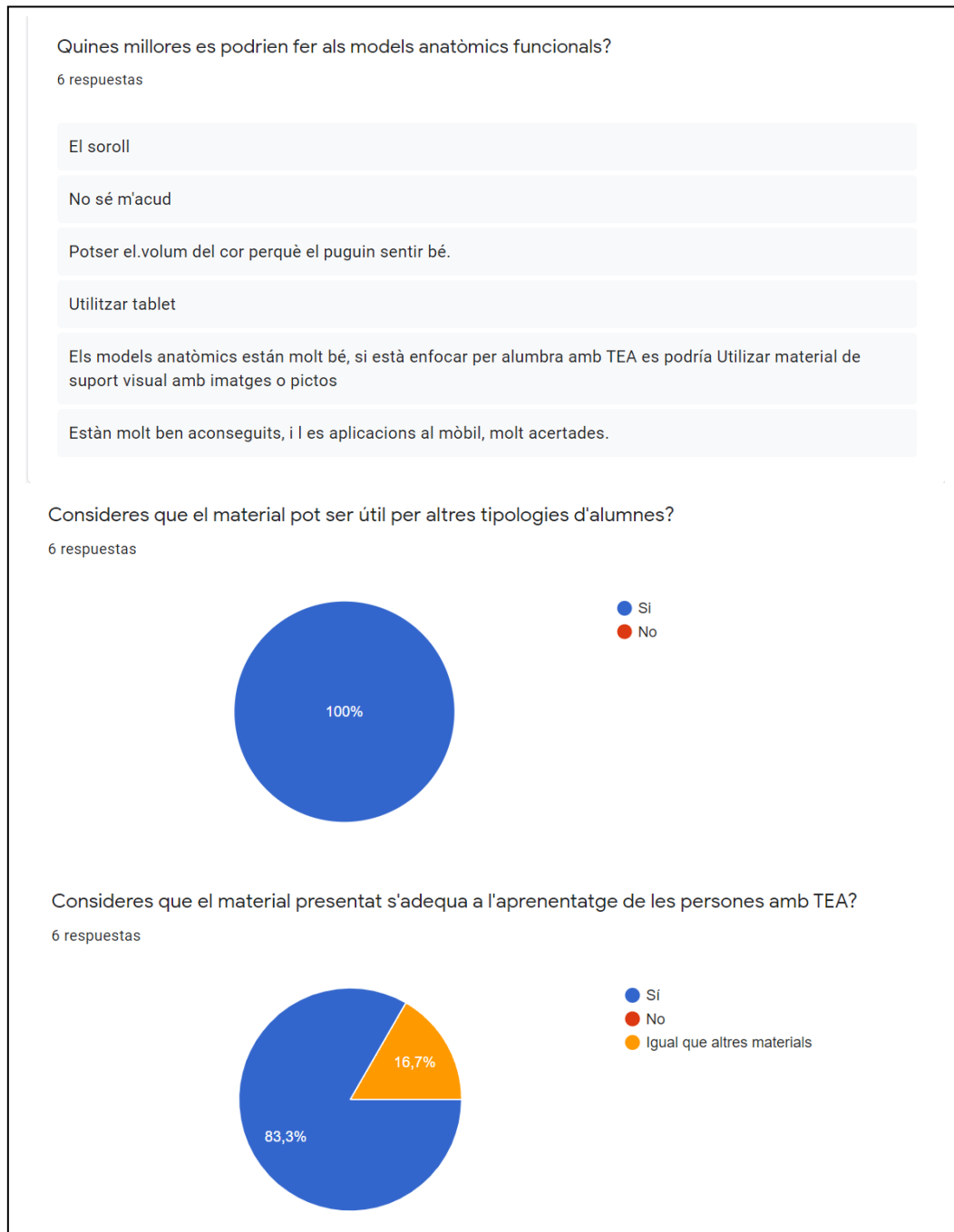


Fig. 90. Preguntes de l'enquesta.

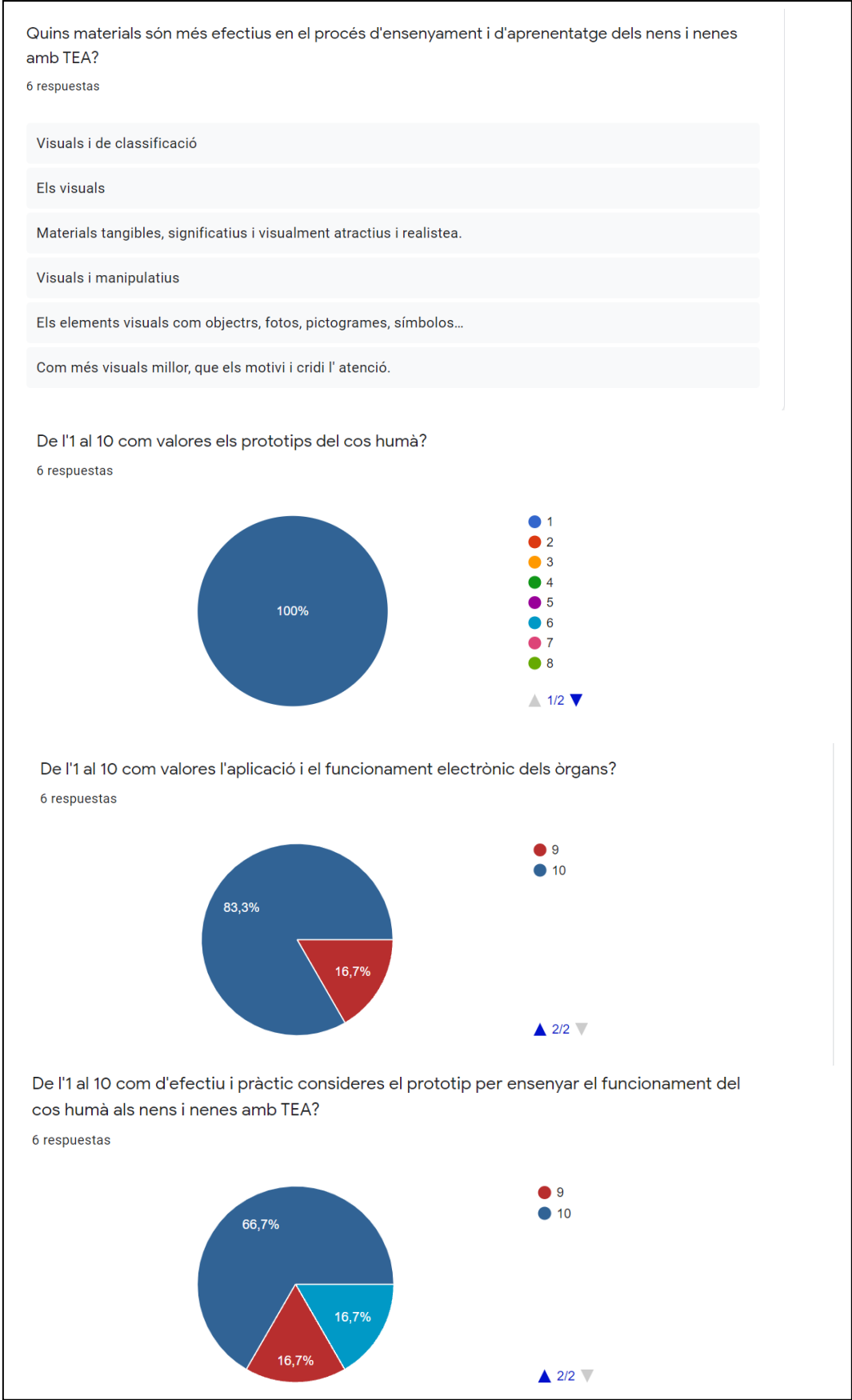


Fig. 91. Preguntes de l'enquesta 2.

Treball de Recerca acabat el dia 27 / 11 / 2021

Carol Subirats Ram3rez