

LA ROBÒTICA APLICADA EN EL TRACTAMENT I
REHABILITACIÓ DE TRASTORNS DE LA PARLA
MITJANÇANT EL ROBOT RO.MU.LO. (Robot Multifuncional per a
Logopèdia)

Pedro Porcuna López

RESUM:

La robòtica educativa s'està convertint en una eina molt important a l'hora d'educar i ensenyar als nens a les escoles. També està prenent cos la presència de la robòtica en àmbits com el de la salut, ja sigui per a nens com per a persones d'edat avançada. La robòtica porta de forma inherent una component motivadora i a l'hora enigmàtica tant en nens com en persones grans, que fan d'aquesta una eina molt potent de cara a comptar amb la robòtica com una altra solució en els àmbits de l'educació, la rehabilitació, l'assistència sanitària i l'aprenentatge, entre d'altres.

Aquest projecte tracta sobre el disseny, muntatge i programació d'un robot, anomenat RO.MU.LO. i aplicar-lo en el camp de la logopèdia, per posteriorment determinar la validesa de la robòtica com eina en la rehabilitació i tractament de trastorns de la parla en nens d'entre 4 i 9 anys.

Paraules clau: Robòtica, logopèdia, rehabilitació, trastorns de la parla, motivació, aprenentatge.

ABSTRACT:

Educational robotics are becoming a very important tool when educating and teaching children in schools. He is also taking the presence of robotics in areas such as health, whether for children or for elderly people. Robotics inherently brings about a motivating and enigmatic time in children and elderly people, which makes this a very powerful tool for robotics as another solution in the fields of education, rehabilitation, healthcare and learning, among others.

This project is about design, assembly and programming of a robot, called RO.MU.LO and apply it in the field of speech therapy, and later determine the validity of robotics as a tool in the rehabilitation and treatment of speech disorders in children between 4 and 9 years.

Keywords: Robotics, Speech Therapy, Rehabilitation, Speech Disorders, Motivation, Learning.

1. INTRODUCCIÓ

La robòtica educativa s'està convertint en una eina molt important a l'hora d'educar i ensenyar als nens a les escoles. Fa ja un temps s'ha demostrat que pot considerar-se com una eina important en el camp de l'educació.

La robòtica porta de forma inherent una component motivadora i a l'hora enigmàtica tant en nens com en persones grans, que fan d'aquesta una eina molt potent de cara a comptar amb la robòtica com una altra solució en els àmbits de l'educació, la rehabilitació, l'assistència sanitària, l'aprenentatge, la psicologia, la psicopedagogia, la salut i la rehabilitació entre d'altres.

S'ha pensat en un altre camp que també pot estar vinculat d'alguna forma a alguns dels camps esmentats anteriorment però que no s'ha aplicat encara o de forma clara. Aquest camp és el de la logopèdia.

La logopèdia es el camp que s'encarrega de la rehabilitació de trastorns de la parla, i d'igual manera a com la robòtica s'aplica en el camp de la psicologia, pensem que la robòtica també pot beneficiar al camp de la logopèdia.

Els especialistes de la parla se solen trobar molts trastorns, però els més habituals són:

- Dislàlies. Dificultats de la parla a causa de malformacions en els òrgans de la parla. Dins d'aquest trastorn tenim el rotacisme, dificultat per pronunciar la lletra "r".
- Disàrtries. Dificultat per crear sons a causa d'una paràlisi dels òrgans de la parla.
- Disglòssies.
- Dislèxia.
- Problemes de veu
- I un llarg etcètera

La intenció és la de desenvolupar un robot que serveixi d'eina per a l'especialista de cara a rehabilitar o reeducar trastorns de la parla enfocat a nens d'entre 4 i 9 anys.

Aquest robot conté un programa en un dispositiu Android, que fa de cara, i es comunicarà amb el pacient mitjançant exercicis visuals i vinculats a la mecànica del robot.

Aquest robot se li ha nomenat RO.MU.LO. que ve de RObot MUltifuncional per a LOgopèdia.

A partir de la creació d'aquest robot, es vol comprovar que la robòtica esdevé una eina eficaç en la rehabilitació de trastorns de la parla.

A continuació s'exposa en diferents punts el disseny del robot RO.MU.LO, el maquinari emprat en el seu desenvolupament i els sistemes que el conformen, els llenguatges de programació utilitzats, per després finalitzar amb els resultats experimentals de l'estudi, així com les conclusions extretes una vegada finalitzat.

2. DISSENY DEL ROBOT RO.MU.LO.

Per poder crear robots que realment siguin eficients en l'àmbit de l'atenció sanitària, s'ha de tenir molt en compte la relació humà-robot (HRI) o en concret la relació nen-robot (CHRI), ja que això pot condicionar l'èxit del robot. Els nens no poden ser considerats com adults petits, ja que el seu cervell encara està en desenvolupament i les seves percepcions poden ser diferents de les dels adults. S'ha comprovat que la forma que millor capta l'atenció de les persones a l'hora d'interactuar amb els robots és la forma humanoide.^[1]

Per aquest motiu s'ha de tenir una cura a l'hora de dissenyar un robot.

Un robot que ha de ser agradable a la vista i al "cervell" de nens d'entre 9 i 10 anys. El fet que un objecte tingui cara, ulls i braços, ràpidament se'l relaciona amb un ésser humà, fet més estès entre els nens, tot i que amb la majoria d'adults també passa.

Una de les opcions que es poden elaborar amb els mateixos nens, és el fet de portar a terme el disseny, muntatge i programació del robot per part dels mateixos nens, això estimula l'aprenentatge mitjançant el joc. Val a dir que, això en

determinades ocasions no és possible o viable si el nen té algun tipus de problema sever en l'aprenentatge, etc. També dependrà de la plataforma en la qual es desitja iniciar al nen a la robòtica i a la programació.

Aquesta tasca o objectiu és susceptible de poder realitzar-se en equips o grups de treball, on els nens integrants poden millorar en les seves habilitats socials i senten una motivació creixent per seguir aprenent en el camp de la robòtica d'oci o de joc. En el camp de la robòtica educativa, la forma del robot juga un paper important en l'aprenentatge.

Això pot ser aplicable per a desenvolupar facetes d'aprenentatge per a nens que cursen des de preescolar fins a la universitat.^[7]

Com ja s'ha comentat anteriorment, les plataformes que seran empleades en les diferents etapes de l'aprenentatge seran molt diferents, com també serà el grau de dificultat a l'hora de posar en pràctica la seva programació.

Tot això ens porta a parlar d'una creixent demanda de persones amb coneixements en ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques, el que avui es coneix com a projecte STEM.

Aquest projecte sorgeix per la manca d'alumnes que no poden o no estan interessats en aquests coneixements. La societat que tenim i tindrem en un futur cada vegada més va cap a una digitalització més acusada i pot semblar paradoxal que en aquest tipus de societat no hi hagin suficients especialistes a crear "els continguts" dels quals tota la societat seran els consumidors.

El projecte STEM busca forma a persones que siguin capaços de crear els continguts i les tecnologies necessàries per a la societat que ha d'arribar.

Una de les millors formes d'apropar a la gent jove a aquestes disciplines és mitjançant la robòtica. Això es comença a posar en pràctica avui dia mitjançant tallers, programes educatius i sessions dins de les escoles i centres formatius, on es proposa que els alumnes realitzin un disseny del robot que volen crear, realitzant després el seu muntatge i programació. Tot això, implica que els alumnes hagin de conèixer matèries com l'electrònica, el disseny, la mecànica, les matemàtiques, la física, etc. I vagin adquirint nous coneixements i endinsant-se en noves disciplines per a ells.^[6]

Tot això ens fa pensar en les persones que hauran de fer possible la creació de robots per a una societat que cada vegada veu més possible i factible la convivència amb aquest tipus de màquines. El terme convivència, es refereix a una convivència amb una robòtica de servei orientada a la sanitat, la rehabilitació, l'oci, l'entreteniment i l'educació.

Aquí tornem llavors a parlar de la relació persona-robot (HRI). Aquesta relació és molt important pels propers robots que hauran d'arribar. Les persones que avui es formen en aquests camps, demà seran les encarregades de crear els robots que interaccionin amb els seus familiars, veïns o coneguts.

Perquè això passi, l'estudi del HRI o del CHRI, és molt important. Els estudis que van encaminats en aquest sentit conclouen que per obtenir una bona relació persona-robot és important que aquests tipus de robots puguin interaccionar d'una forma natural amb les persones i amb el medi. La forma per aconseguir això exigeix dotar al robot de una personalitat que motivi i promogui aquesta interacció.^[2]

A part de l'aspecte i/o la personalitat del robot, també és molt important l'autonomia i la relació amb el medi que tingui aquest robot. Aquests detalls determinen el comportament de les persones, sobretot nens, i les perspectives del robot com un possible individu social.

Està comprovat que, si el robot té un aspecte humanoide, la resposta que s'obté per part de nens que es posen sota la tutela del robot són més satisfactòries (exercicis físics i de vocalització) en contra de la resposta que s'obtenen quan hi ha un adult supervisant el robot.

Sobretot són els nens els que veuen i assimilen la forma humana del robot, la seva capacitat de resposta en certs moments i sobretot l'autonomia en la interacció social, desencadenant l'aplicació de certes normes socials.

La motivació que suposa un robot en l'aprenentatge d'un nen pot arribar a ser una eina de gran potencial en el dia a dia a l'escola.

S'ha pogut comprovar que la participació d'un robot ajuda o millora la participació dels nens en activitats físiques extraescolars a banda de les d'aprenentatge que es puguin portar a terme a l'aula.

Per poder mesurar les implicacions de la relació nen-robot i mesurar la seva interacció s'han realitzat una sèrie de proves que, mesurades de forma individual

donen una informació gens precisa, però mesurant-les totes d'una forma global dona uns resultats més clars i entenedors sobre aquesta relació.

Una de les proves que s'ha pogut portar a terme en un estudi va ser la de preguntar a nens d'entre 6 i 11 anys si s'emportarien el robot a casa, o si compartirien menjar amb ell, o si el voldrien tenir assegut al seu costat durant les classes.^[1]

Una altra prova d'aquest tipus d'interacció es pot veure en una activitat física guiada per un robot en una actitud autònoma. El resultat va ser més beneficiós pels nens que van participar, ja que aquests van tenir una millor resposta i van presentar una millor predisposició a la realització de l'exercici físic en al contrari que els que realitzaven els exercicis amb el robot i la tutela d'un adult.^[2]

Aquest mateix plantejament es porta una passa més enllà en plantejar el mateix procediment però introduint la vocalització en la interacció amb el robot. Els nens que realitzen exercicis amb un robot amb un sistema de reconeixement de veu, se senten més segurs en la seva vocalització de les seves ordres que aquells que participen amb el robot i un adult.^[2]

En aquest tipus de camp, els resultats mostren que els nens d'entre 3 i 5 anys estaven molt motivats amb robots de tipus mòbil, amb cares somrients i reforç verbal.

Tot aquest raonament sobre robots que poden millorar certs aspectes de l'aprenentatge, ens porta a observar la branca d'atenció sanitària o roboteràpia o psicoteràpia, així com la branca de la robòtica aplicada a problemes d'aprenentatge.

Aquests dos punts se centren en particular, en la psicologia de la comunicació persona-robot.

Els robots que posseeixen cert nivell quant a intel·ligència artificial tenen l'aplicació de poder ser utilitzats per a una sèrie de tasques lligades a la interacció persona-robot. La de mediador en la comunicació entre persones seria una possible aplicació. Una altra, molt més clara i que més se centra en l'estudi de l'art d'aquest projecte és la d'esdevenir com una eina per a la formació i l'aprenentatge, com també i no menys important i en la mateixa línia seria aplicar aquests robots com una eina per a l'estimulació física (rehabilitació) i mental (demència, autisme,

dificultat en l'aprenentatge) com també un company per a persones amb mobilitat reduïda o qualsevol tipus d'incapacitat.^[4]

Aquests tipus de robots, els podem emmarcar dins del camp de l'estimulació interactiva. Aquest robots són aquells que estan dins del nou camp d'estudi denominat psicologia robòtica i roboteràpia.

Un dels robots que es presten per ser aplicats en aquest aspecte és el robot NeCoRo, un gat molt real o el robot foca PARO.

Es defineix la robopsicologia com l'estudi de la compatibilitat entre persones i robots en nivells del tipus sensorial-motor, emocional, cognitiu i social.^[4]

Dins d'aquesta àmplia branca podríem parar especial atenció a la robòtica orientada als nens amb autisme. La utilització de robots autònoms i mòbils són una eina potencial en la teràpia de l'autisme. Aquests robots són eines terapèutiques per a nens amb autisme. El projecte AURORA, s'especialitza en l'estudi de nous tractaments en nens amb autisme. Per exemple l'aplicació dels robots en els tractaments, on es poden trobar diferències en els resultats dependent del tipus de robot, és a dir, si es mòbil, no mòbil, autònom o no autònom, etc. També entra en joc els entorns interactius i els robots. Estudis demostren que l'aplicació de robots pot anar bé per certes persones amb autisme i els entorns interactius per a altres. D'aquesta forma es comparen els entorns interactius amb els robots mòbils com eina pel tractament de l'autisme.

Les persones amb autisme tenen el problema de què els hi és molt complicat interpretar expressions facials, comportaments i altres aspectes socials en la relació amb altres individus.

Les persones apareixen imprevisibles i confuses i és per aquest motiu que eviten la relació i el contacte amb altres individus.

Els nens amb autisme necessiten disposar d'un espai de jocs "especial". Aquest espai els ha de transmetre seguretat. Dins d'aquest espai de jocs un bon element és un robot sense aspecte humanoide, evitant així la idea de que està tractant amb una persona, amb tot el que això els hi comporta.

En el marc de què la hipòtesi que un robot d'aquest tipus pot ser molt positiu per a un nen amb autisme es generen diferents escenaris com el de què el robot posseeix un ventall de comportaments preprogramats, per exemple un robot que evita objecte o reconeix persones o colors, és a dir, un robot amb comportament estímulo-resposta. Un altre escenari on el robot aprèn del medi pel qual interactua

i es comporta d'una forma més natural. Un tercer escenari on el robot conté en el seu programa els escenaris anteriors, és a dir, preprogramats i autònoms amb auto-aprenentatge.

La combinació d'entorns interactius i de robots pot donar unes pautes per al tipus de metodologia més correcta segons el nivell d'autisme del nen.^[3]

Com ja s'ha dit anteriorment, dins d'aquest gran ventall de la robòtica terapèutica podem trobar també els robots que contribueixen a millorar la qualitat de vida de les persones d'edat avançada. Aquest tipus de robots, com els esmentats anteriorment, la foca PARO i el gat NeCaRo, atorguen una sèrie

d'avantatges positives que tenen els robots socials sobre les persones, en concret sobre persones que necessiten una assistència, una teràpia, persones que necessiten comunicar-se, entretenir-se o aprendre.

Aquest tipus de robots també es basen en la relació humà-robot i amb els quals també s'haurà de tenir molta cura en el disseny en aquest tipus de relació.

Els robots de servei tenen o han de tenir molta més interacció amb l'ésser humà. Una activitat desenvolupada i assistida per a gent gran amb el robot PARO, ha demostrat que aquests robots poden donar molts beneficis a les persones d'edat avançada. Aquests beneficis van des del simple però molt apreciat benestar psicològic, passant pel benestar fisiològic i el benestar social.

Aquest estudi va demostrar mitjançant uns mètodes per avaluar els resultats, que els participants canviaven d'estat d'ànim, reduïen estrès i en conseqüència milloraven problemes urinaris.

Finalment, els resultats van concloure uns beneficis produïts per un robot social d'aquestes característiques en persones d'edat avançada.^[9]

Les línies d'investigació de la robòtica també s'obren pas en el que anomenem interacció persona-robot. Una línia molt important per a un bon desenvolupament de camps de la robòtica com l'aplicat a la psicologia, l'aprenentatge, el terapèutic, el sanitari i fins i tot els de servei, oci i entreteniment.

Aquest camp d'investigació és enormement gran i encara queden proves i investigacions per fer i contrastar, però el que no es pot negar és que la robòtica ha obert un nou camp d'estudi i investigació en certs àmbits i a portat una sèrie de beneficis a aquests que abans no es tenien.

Això que es pressuposava, s'ha pogut corroborar. Així i tot, encara hi ha altres camps on aplicar la robòtica i obtenir els beneficis que això pot comportar, com per exemple, el camp de la logopèdia i estendre-ho encara molt més a camps ja comprovats com són el de l'aprenentatge, la psicologia i el pedagògic.

El disseny del robot RO.MU.LO. el vam realitzar a partir d'unes premisses que d'alguna manera condicionen la forma final del robot.

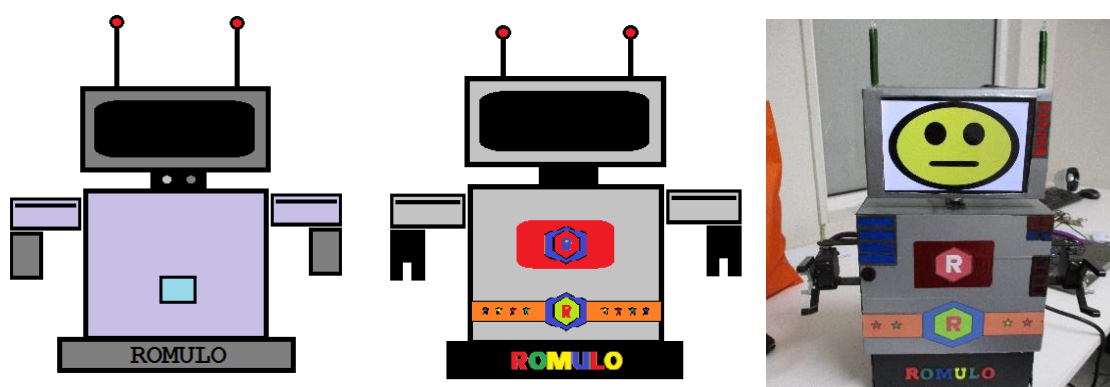
Un robot pot tenir moltes formes diferents i pot ser realitzat amb molts materials diferents, però hem de tenir molt en compte cap a qui va dirigit i quina ha de ser la seva tasca.

En el nostre cas, el robot RO.MU.LO. va adreçat a nens d'entre 4 i 9 anys, per aquest motiu, els materials han de tenir certa consistència i robustesa. Seria diferent si el robot anés adreçat cap a persones adultes. En qualsevol cas, el robot ha de tenir una resistència a la manipulació per part de la persona.

Com ja hem comentat anteriorment, la tasca que desenvoluparà el robot també determina la forma d'aquest. En el nostre cas, una forma humanoide serà la més adequada, ja que s'ha demostrat que una forma humanoide apropa molt més el robot cap a la persona^[1].

Després d'un temps destinat a pensar en diferents dissenys de cara al pacient final, el robot es va dissenyar amb una geometria quadrada. El cos és en forma de cub i el cap te una forma rectangular, això és degut a la forma del dispositiu Android que representa el cap del robot. Es poden veure els diferents dissenys a la imatge 1.

La facilitat de trobar caixes robustes, ens va fer decidir per una aparença quadrada i humanoide.



Imatge 1. Esbós inicial, resultat final i robot RO.MU.LO muntat i finalitzat

Una forma rodona del cap hagués atorgat una aparença més atractiva, però es va considerar poc viable ja que el dispositiu Android és rectangular.

Es van utilitzar materials quotidians però prou resistents com per aguantar la manipulació de nens de 4 anys. [2]

A la imatge 2 es pot observar moments del procés de construcció del robot.



Imatge 2. Construcció del robot RO.MU.LO.

Entre els materials que componen l'estructura del RO.MU.LO. podem trobar:

- Caixa de cartró dur (cub). Té una obertura que es tanca i s'obre amb un imant. Prou resistent i robust per aguantar les embranzides de nens petits.
- Caixa de cartró rectangular per acoblar el dispositiu Android.
- Cargols i parts metàl·liques per constituir els braços i coll.
- Peces de plàstic per crear les mans en forma de pinces.
- Cinta adhesiva color plata per conferir al robot un aspecte metàl·lic.
- Dues canyes de plàstic per fer les antenes.
- Paper "celofan" de diferents colors per adornar el robot.
- Cinta adhesiva i pega forta per subjectar la base del robot.
- Potes de goma per tal de fer la base antilliscant

- Una petita motxilla de tela per guardar les targetes RFID i material de la logopeda.
- Base de cartró de color negre, on reposa el robot. Li dona alçada.
- Lletres de colors de paper “foam” per escriure el nom del robot a la base.

L'aparença física és molt important. El RO.MU.LO. té una aparença humanoide, per tant li falta un rostre per tal de transmetre expressions i comunicar-se amb el nen.

La cara del robot ha sigut escollida per a que tingui una relació amb el tipus de robot i a les persones a que va destinat.

Ens hem decantat per tres tipus d'expressions sota l'aparença d'una cara semblant als “emojis” dels actuals smartphone. Es poden veure aquestes expressions a la imatge 3.



Imatge 3. Les tres expressions que pot adoptar el robot durant la seva execució

La primera expressió denota “normalitat”. Ni riu content, ni està trist.

La segona expressió denota alegria, emoció. Aquesta expressió s’ha utilitzat per, juntament amb un so d’alegria reforçar la positivitat a l’encertar una pregunta per part del nen.

La tercera expressió denota tristesa o “circumstàncies”. Aquesta expressió l’hem utilitzat per informar al nen que no ho ha fet correctament. Val a dir que, no hem cregut convenient acompanyar aquesta expressió de cap so “negatiu”. L’expressió és suficient per transmetre l’error.

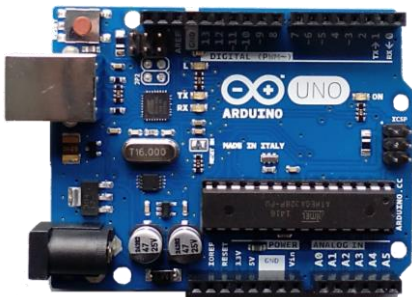
3. MAQUINARI DEL ROBOT RO.MU.LO.

Fins ara hem parlat del disseny i dels materials “no tecnològics” del RO.MU.LO. Ara, parlarem de tots els dispositius i components que han sigut necessaris per tal de que el RO.MU.LO. pogués portar a terme la seva tasca, ajudar a la terapeuta a la rehabilitació de la parla en nens.

El robot ha sigut confeccionat amb els següents dispositius:

- Arduino UNO. Una placa de hardware lliure especialment creada per a desenvolupar tota mena de projectes mecatrònics.
- Mòdul HC-06. Dispositiu Bluetooth per comunicar Arduino amb la Tablet.
- Mòdul RFID RC-522. Dispositiu per reconèixer targetes amb xip RFID.
- 3 Servomotors per dotar de mobilitat els braços i el cap del robot
- Dispositiu amb Sistema Operatiu Android de 7" (Tablet)
- Cables de connexió
- Placa protoboard per tal de crear connexions entre dispositius sense necessitat de soldar.
- Cables USB tipus A-B per tal d'alimentar els dispositius de forma independent.
- Dos carregadors de smartphone per passar de 220 volts a 5 volts i alimentar els dispositius anteriorment comentats.
- Un cable de corrent per a 220 volts.
- Un "lladre" per connectar els carregadors de 5 volts cap als 220 volts de la xarxa elèctrica.
- Targetes RFID (30targetes en total). 15 targetes han sigut escrites amb lletra lligada amb paraules amb "r" i les altres 15 targetes han sigut escrites amb lletra lligada amb paraules sense "r".

Es poden observar alguns d'aquests dispositius en les imatges 4,5,6 i 7.



Imatge 4. Placa Arduino UNO.



Imatge 5. Mòdul RFID-RC522



Imatge 6. Servomotor



Imatge 7. Mòdul HC-06 Bluetooth per Arduino

El robot ha sigut dividit en sistemes de tal de facilitar la seva programació i el seu muntatge.

En total hem establert tres sistemes que descriuen totes les seves característiques més importants:

- Sistema motriu
- Sistema de comunicació visual
- Sistema de comunicació física

3.1. Sistema motriu

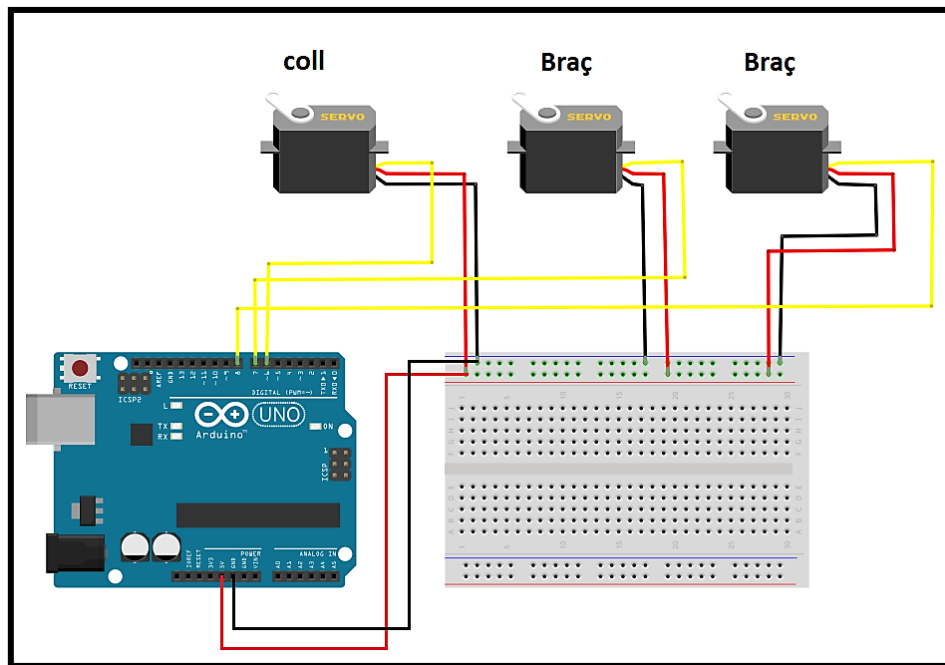
El robot consta de dos braços. Cadascun d'aquest disposa d'un servomotor que possibilita un moviment horitzontal.

El cap és una part del robot que també disposa de moviment. Un servomotor fa de coll, proporcionant un moviment de dreta a esquerra.

Es va valorar la possibilitat que el robot pogués desplaçar-se, però la idea va ser rebutjada, ja que el robot ha de treballar a sobre d'una taula i hi havia el risc que caigués o de que la logopeda estigués constantment col·locant-lo en el seu lloc inicial.

Per tant en el sistema motriu trobem tres servomotors que mouen els dos braços i el cap.

Podem veure l'esquema de connexió entre els tres servomotors i la placa Arduino a la següent imatge.



Imatge 8. Esquema de connexió dels servomotors amb la placa Arduino.

Un servomotor El servomotor, en el món de la robòtica es coneix com a actuator. Aquest motor disposa de tres cables:

- Un de color vermell per alimentar-lo (5 volts)
- Un de color negre (massa)
- Un de color blanc o groc, que serà el que es comunicarà amb Arduino. Mitjançant les instruccions HIGH (5 volts) o LOW (0 volts) l'Arduino governa el servomotor.



Imatge 9. Esquema del cablatge del servomotor

3.2. Sistema comunicació visual

La placa Arduino necessita interactuar amb el dispositiu Android, així com el dispositiu Android també necessita comunicar-se amb Arduino.

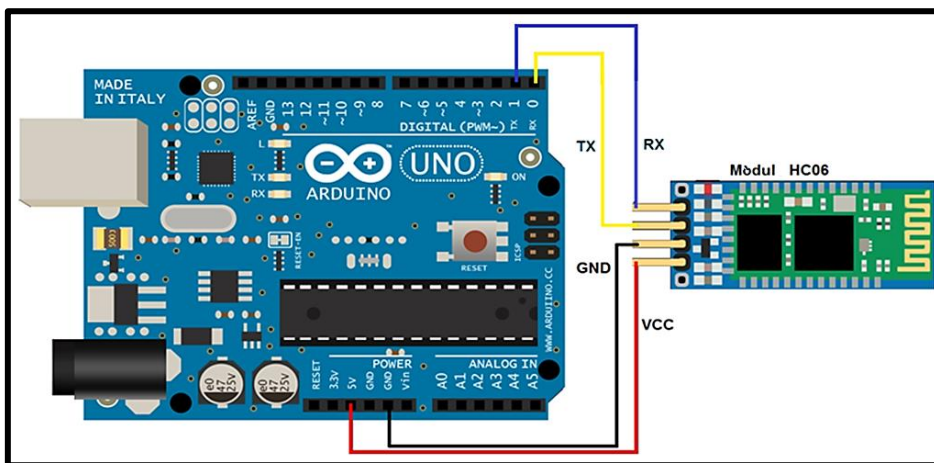
Es va escollir la comunicació Bluetooth, ja que els dispositius Android disposen d'un mòdul integrat d'aquest tipus.

El mòdul HC-06 és un dispositiu per acoblar a l'Arduino i dotar-lo d'aquest tipus de comunicació i poder interactuar amb l'exterior.

La comunicació Bluetooth és del tipus sèrie, per tant és fàcil de manipular amb l'Arduino.

Podem establir aquesta comunicació com bidireccional, ja que els dos dispositius s'envien i reben informació.

L'esquema de connexió del mòdul HC-06 amb la placa Arduino es ven senzill, tal com es pot observar en la següent imatge.



Imatge 10. Esquema de connexió del mòdul BT HC-06 amb la placa Arduino.

Com es pot apreciar, el terminal RX del mòdul HC-06 anirà connectat al pin TX de la placa Arduino UNO.

El terminal TX del mòdul HC-06 anirà connectat al pin RX de la placa Arduino.

Els pins TX i RX de la placa Arduino UNO són els pins 1 i 0 respectivament dels pins digitals de la placa. Aquests dos pins són l'entrada i la sortida d'un port de comunicació sèrie.

3.3 Sistema comunicació física

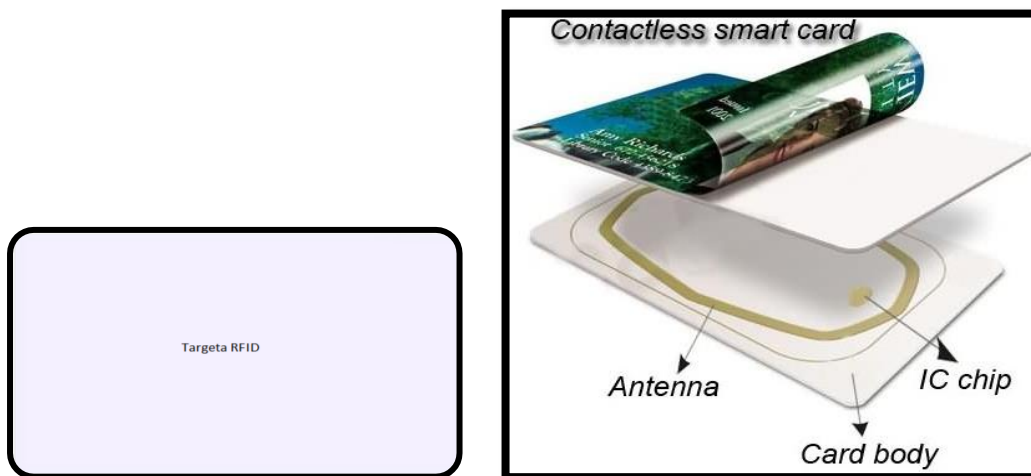
El mòdul RFID es comunica amb Arduino mitjançant una comunicació anomenada SPI .

Aquest mòdul treballa amb unes targetes que porten un petit xip passiu integrat, per tant no necessiten voltatge per funcionar.

La freqüència de treball d'aquestes és de 13,56Mhz. Tot i que hi ha que funcionen a 125Khz.

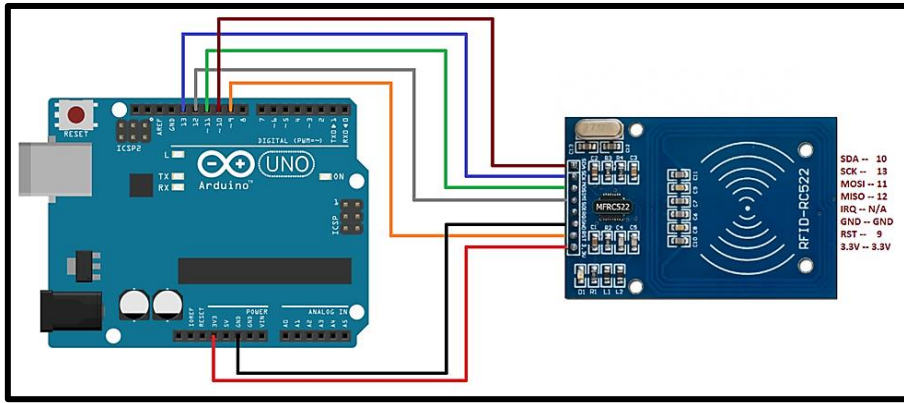
La distància òptima de detecció va dels 0 cm als 10cm. Es va comprovar que el lector detectés les targetes tot i el cartró dur del xassís del robot, obtenint un bon resultat de detecció. Així el detector va poder ser situat per la part interior del xassís del robot.

Aquesta tecnologia és molt utilitzada en botigues de roba, llibreries, etc. El xip és molt fàcil de plasmar en una simple fulla de paper, per tant fa aquesta tecnologia molt versàtil.



Imatge 11. Targeta RFID a 13,56Mhz i esquema intern d'una targeta d'aquest tipus.

L'esquema de connexió entre aquest mòdul i la placa Arduino es pot observar a continuació.

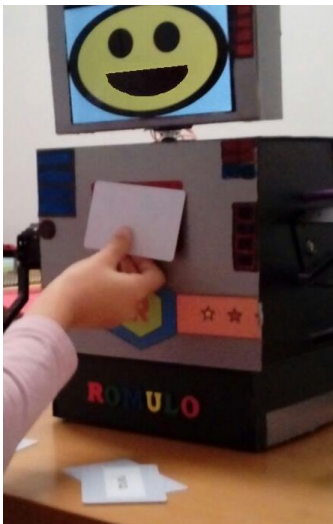


Imatge 12. Esquema de connexió entre la placa Arduino i el mòdul RFID

El mòdul RFID necessita una llibreria instal·lada en el IDE d'Arduino perquè la seva programació sigui més àgil

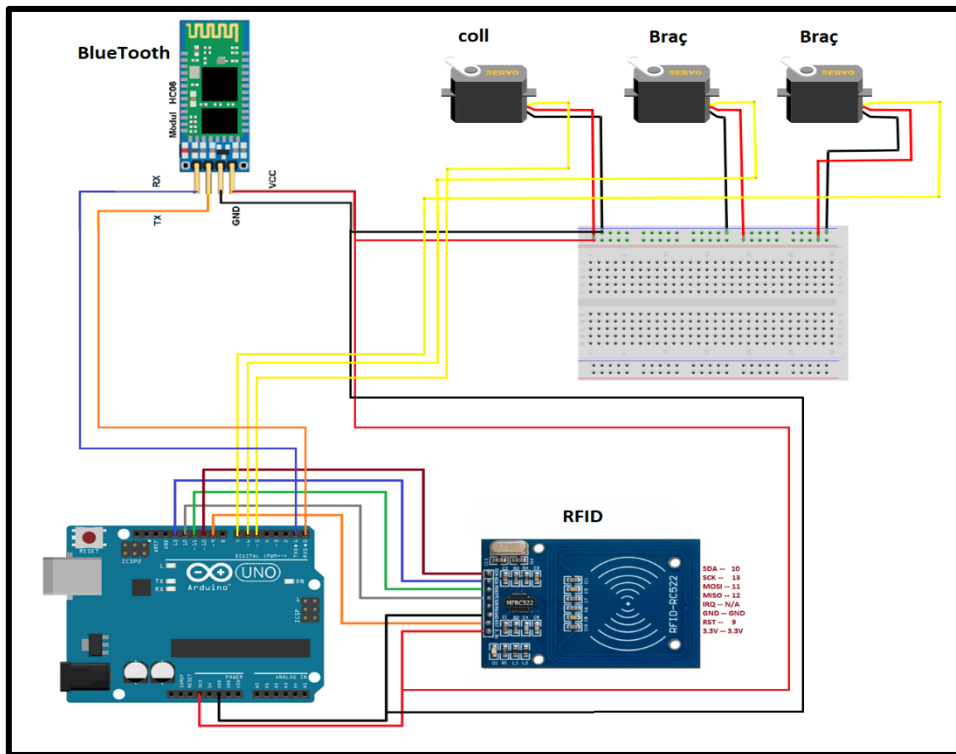
Aquest mòdul ha sigut incorporat al robot per donar solució al segon exercici logopèdic, on els pacients havien de reconèixer certes paraules i verificar-les a través del robot.

Es pot observar un exemple en la imatge 13.



Imatge 13. Utilització del mòdul RFID incorporat al robot RO.MU.LO.

Es pot veure el conjunt de sistemes i l'esquema global de connexions en la imatge 14.



Imatge 14. Esquema complet de tots els sistemes del RO.MU.LO

4. PROGRAMACIÓ DEL ROBOT RO.MU.LO

Bàsicament hem utilitzat dues Interfícies de desenvolupament:

- L'IDE de l'Arduino. Que utilitza un llenguatge de programació basat en C/C++.
- La interfície de l'appinventor2. Que utilitza un llenguatge visual o per blocs.

El programa principal s'ha desenvolupat amb C/C++. Aquest programa s'encarrega de gestionar tots els moviments i comunicacions entre el dispositiu Android i l'Arduino a través del mòdul Bluetooth.

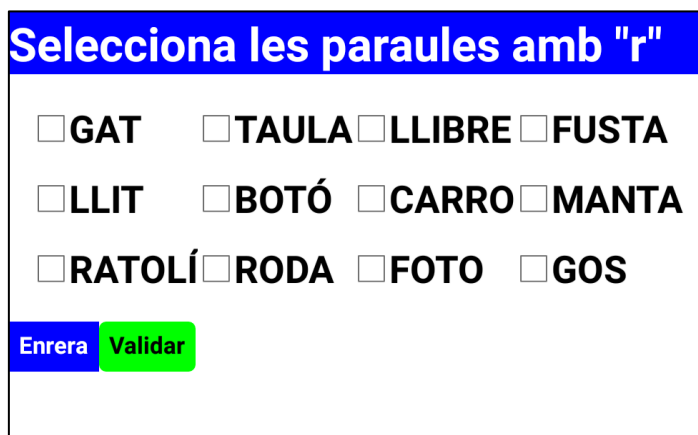
Els exercicis visualitzats en la Tablet han estat creats amb appinventor 2

Hem programat dos exercicis per tal de tractar el rotacisme. Som conscients que es poden crear molts més, però els temps no ha permès programar-los.

El primer exercici, bàsicament visual, creat amb appinventor 2, el nen ha de seleccionar totes les paraules que continguin una "r". El reforç positiu a la resposta correcta és mitjançant un so d'alegria. En aquesta ocasió no hem inclòs cap acció del robot. Això ha sigut així, per poder comparar posteriorment en els resultats el grau de satisfacció quan el robot es mou i parla o només parla.

Es van crear sis pantalles amb paraules diferents. Per tal que el nen no pogués establir un patró, es va crear una variable que donava aleatorietat. D'aquesta forma cada vegada que el nen començava l'exercici la col·lecció de paraules era diferent.

Es pot veure una de les pantalles del primer exercici en la imatge 15.



Selecciona les paraules amb "r"

GAT TAULA LLIBRE FUSTA

LLIT BOTÓ CARRO MANTA

RATOLÍ RODA FOTO GOS

Enrera **Validar**

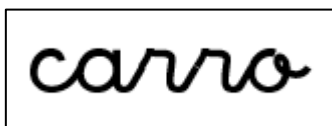
Imatge 15. Pantalla del primer exercici . Només visual i interactiu amb el nen.

Una vegada el nen escull totes les paraules que creu que porten “r”, pressiona el botó “Validar” i si la resposta és correcte, apareix una cara somrient i el robot parla dient “Molt bé”. A continuació, passa a la següent pantalla amb un altre grup de paraules. Haurà de fer això tres vegades fins a arribar al final de l'exercici. Si tot ho ha fet bé, el robot mostra una cara contenta i li atorga una ovació al nen.

En la següent imatge podem veure part del codi creat amb appinventor2 per crear aquest exercici.

El segon exercici tracta que el nen identifiqui la lletra “r” entre una sèrie de targetes amb unes paraules escrites amb lletra lligada en aquestes.

Aquestes paraules han sigut escrites en un processador de textos per a després impreses en unes etiquetes adhesives i enganxades en les targetes.



Imatge 16. Tipus de lletra lligada per a les targetes RFID.

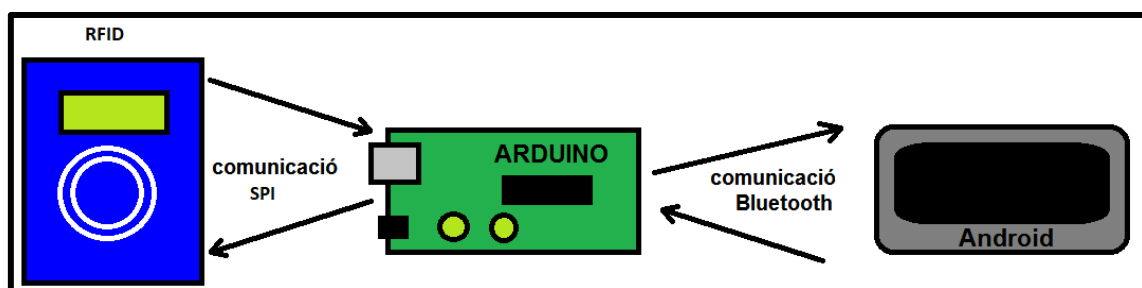
El pacient ha de validar la targeta en el robot. Si és correcte el robot mou el cap i els braços acompanyat d'una exclamació d'alegria...sinó una cara trista apareix en el robot.

En aquest exercici, la comunicació BT és més important, ja que es crea una comunicació bidireccional entre dispositius. El nen ensenya la targeta, l'Arduino la valida i si és correcte, li envia informació al dispositiu Android perquè aparegui l'expressió desitjada. La comunicació BT entre el dispositiu Android i l'Arduino (mòdul HC-06) s'estableix de forma automàtica a l'entrar en el segon exercici. Això s'ha pogut portar a terme esbrinant l'adreça MAC (codi únic de cada mòdul HC-06 o qualsevol dispositiu amb Bluetooth) del dispositiu BT HC-06. Per fer-ho, hem descarregat un programa gratuït per smartphone el qual ens ha proporcionat aquesta dada.

Aquesta adreça s'emmagatzema en una variable per establir-la com predeterminada.

Els dos dispositius es vinculen i s'estableix la comunicació entre ambdós.

Es pot resumir aquest tipus de comunicació entre els tres dispositius en el següent esquema mostrat a la imatge 17.



Imatge 17. Esquema de la comunicació entre dispositius dels sistemes del robot RO.MU.LO.

El programa creat amb C/C++ per l'Arduino és el que s'encarrega de controlar la major part dels processos. Determina la validesa de la targeta mostrada, envia la informació al BT perquè aquest la passi al dispositiu Android i finalment, executi les funcions necessàries per moure els braços i el cap del robot.

5. RESULTATS EXPERIMENTALS

Hem escollit dos pacients del mateix sexe, mateixa edat, mateix trastorn, mateix nombre de sessions anteriors, mateixa edat i mateix centre escolar de procedència.

El robot, mitjançant una tauleta integrada i amb l'ajuda de la logopeda guien al nen per diversos exercicis que s'utilitzen per a rehabilitar la dislàlia, concretament

ens centrem en els rotacismes. Els rotacismes són problemes a l'hora de pronunciar paraules amb la "r" sigui "forta" o "dèbil".

El procediment per començar és el següent.

Un dels pacients comença el tractament amb el robot (tractament robòtic) i l'altre pacient comença també el tractament però de la manera clàssica (tractament clàssic). Després d'unes sessions determinades, la terapeuta passa una avaluació dels nens del mètode aplicat, clàssic o robòtic i s'intercanvien els mètodes. El pacient que va començar amb el tractament clàssic ara fa el tractament robòtic i el pacient que havia començat amb el tractament robòtic ara fa el tractament clàssic.

El nombre de sessions han de ser les mateixes per als dos models de tractament, per no donar avantatge a cap d'ells.

Una vegada, els pacients han provat tots dos mètodes de, la terapeuta torna a passar una altra avaluació del nen amb mètode aplicat en últim moment.

Les proves que passa la logopeda en qualsevol dels dos mètodes són les següents:

- Prova reconeixement del fonema
- Prova de pronunciació
- Prova de repetició del fonema
- Prova Generalització del fonema

La prova de reconeixement del fonema tracta que el nen reconegui el fonema en paraules soles., com per exemple en targetes.

La prova de pronunciació tracta que el nen pronunciï la paraula dictada per la logopeda, però ho han de fer sols.

La prova de repetició del fonema, s'assembla a la prova anterior, però aquesta vegada repetint-la amb el terapeuta.

Per últim, la prova de generalització del fonema tracta que el nen reconegui la lletra en una frase o en un text. En aquest cas, com que els nens tenen 4 anys d'edat faran la prova amb deu frases separades, no amb text.

Es poden veure els dos nens posant a prova el robot RO.MU.LO. en les imatges 18, 19, 20 i 21.



Imatge 18. Un dels pacients realitzant l'exercici 2 amb el robot RO.MU.LO.



Imatge 19. Un dels pacients realitzant l'exercici 1 amb el robot RO.MU.LO.



Imatge 20 i 21. L'altre pacient realitzant l'exercici 2 i 1 respectivament amb el robot RO.MU.LO.

5.1. RESULTATS

Abans d'entrar en els resultats de la investigació, val a dir que, es van produir unes variacions d'acord a les condicions inicials establertes abans de començar l'estudi.

Volíem tenir dos pacients del mateix sexe, això no ha sigut possible ja que un dels pacients no es va presentar per malaltia.

Finalment, els pacients han sigut una nena de 4 anys d'edat i un nen de 4 anys d'edat.

Els dos pacients amb el mateix trastorn, van participar en l'estudi 4 sessions cadascun amb el mètode robòtic.

La part de l'aplicació del mètode clàssic ha sigut eliminada, ja que aquests nens ja havien fet sessions amb el mètode clàssic i la logopeda ja tenia present els nivells amb els quals començaven, per tant, per agilitzar l'estudi, els dos nens van començar simultàniament amb el mètode robòtic.

Una vegada dit tot això, passem a comentar els resultats obtinguts.

| | Trastorn | Reconeixement fonema (% encerts) | Pronunciació (% encerts) | Repetició fonema (% encerts) | Generalització fonema (% encerts de 10 frases) |
|--|-----------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|--|
| 1er exercici (21 paraules amb "r") | Rotacisme | 76,2% | 66,6% | 61,9% | 50% |
| 2on exercici (15 targetes amb paraula "r") | Rotacisme | 80% | 60% | 66,6% | 60% |

Taula 1. Pacient 1. Sexe femení. Edat 4 anys

| | Trastorn | Reconeixement fonema (% encerts) | Pronunciació (% encerts) | Repetició fonema (% encerts) | Generalització fonema (% encerts de 10 frases) |
|--|-----------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|--|
| 1er exercici (21 paraules amb "r") | Rotacisme | 66,6% | 57,14% | 52,3% | 40% |
| 2on exercici (15 targetes amb paraula "r") | Rotacisme | 66,6% | 53,3% | 60% | 50% |

Taula 2. Pacient 2. Sexe masculí. Edat 4 anys

Hem de tenir en compte que s'han comptabilitzat els encerts, tal com aclareix la taula.

El pacient femení ha obtingut uns resultats més favorables que el pacient masculí.

Tot i això, els resultats han sigut òptims per tots dos nens si els comparem amb les sessions clàssiques que els nens ja portaven fent amb anterioritat a l'aplicació del mètode robòtic.

6. CONCLUSIONS

Tot i que el temps d'exposició d'aquests nens en aquest mètode ha sigut molt inferior al que creiem que seria el recomanat (entre 6 i 12 mesos), hem pogut constatar els següents punts:

Es confirma de forma clara que la robòtica no perd la seva component motivadora sobre els nens.

La realització d'aquests exercicis en concret amb el RO.MU.LO són més amens i divertits. Conviden molt més al pacient a realitzar-los.

Hem vist incrementada la participació i rehabilitació dels nens. Molt probablement a la motivació i l'èmfasi de la logopeda, així com el reforç positiu "mecànic" del robot.

L'exercici 1 (només Tablet i sons) no resultava tan atractiu als nens com l'exercici 2 (Tablet, sons i moviment del robot)

Dit això, creiem que per tal de seguir profunditzant en aquest estudi s'haurien de crear nous exercicis per aplicar aquest mètode en altres trastorns de la parla.

Així com determinar en quin trastorn el mètode és més eficaç, disposant de més temps per tal de saber el grau d'eficiència del mètode.

Per altra banda, ens agradaria poder constatar que aquest mètode és aplicable a persones adultes. Això comportaria canviar l'aparença del robot i disposar d'un xassís de major qualitat i robustesa pel robot, tant per pacients d'edat avançada com pels pacients més petits.

7. REFERÈNCIES

- [1] Daniel Davison and Louisa Schindler Dennis Reidsma. "Physical extracurricular activities in educational Child-robot interaction". 5th International Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction 2016. Journal CoRR
- [2] David Cameron, Samuel Fernando, Emily Collins, Abigail Millings, Roger Moore, Amanda Sharkey, Tony Prescott. Impact of robot responsiveness and adult involvement on children's social behaviours in human-robot interaction. 5th International Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction 2016. Journal CoRR
- [3] Kerstin Dautenhahn i IainWerry. Towards interactive robots in autism therapy. *Pragmatics & Cognition*, Volume 12, Issue 1, 2004, pages: 1 –35
- [4] Alexander V. Libin i Elena V. Libin. Person–Robot Interactions from the Robopsychologists' Point of View: The Robotic Psychology and Rotherapy Approach. *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, VOL. 92, NO. 11, NOVEMBER 2004
- [5] Francis wyffels, Willem Van de Steene, Jelle Roets, Maria-Cristina Ciocci i Juan Pablo Carbajal. Building ArtBots to Attract Students into STEM Learning. A Case Study of an International Robot Week for Secondary School Children. *Computers and Society (cs.CY); Robotics (cs.RO)*
- [6] Boris Crnokić, Miroslav Grubišić i Tomislav Volarić. DIFFERENT APPLICATIONS OF MOBILE ROBOTS IN EDUCATION. *International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE)* Vol.6, No.3, September 2017
- [7] Takanori Shibata, Kazuyoshi Wada, Tomoko Saito i Kazuo Tanie. An overview of human interactive robots for psychological enrichment. *Proceedings of the IEEE* (Volume: 92, Issue: 11, Nov. 2004)

[8] Tony Belpaeme, Paul Baxter , Joachim de Greeff , James Kennedy , Robin Read , Rosemarijn Looije, Mark Neerinx, Ilaria Baroni, i Mattia Coti Zelati. Child-Robot Interaction: Perspectives and Challenges. International Conference on Social Robotics ICSR 2013: Social Robotics pp 452-459.