

“El robot de les emocions”, un projecte per estudiar la funció de relació a primària.

Carme Grimalt-Álvaro (Carme.Grimalt@uab.cat) Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM).

Digna Couso Lagarón (Digna.Couso@uab.cat) CRECIM.

Èlia Tena Gallego (Elia.Tena@uab.cat) CRECIM

En aquest article es presenta una proposta educativa per promoure la construcció de diverses idees sobre la funció de relació dels éssers vius a partir d'un repte inicial: dissenyar i construir un robot que pugui expressar algunes emocions. El disseny es basa en una metodologia ABP (Aprentatge Basat en Projectes) i s'estructura al voltant de 5 etapes: presentació del repte i exploració d'idees prèvies, realització d'experiències, estructuració i extensió i comunicació final. Aquest projecte es va realitzar amb col·laboració amb la Fundació Autònoma Solidària (FAS) i es va implementar en el programa CROMA 2.0 en el curs 2017-2018 amb infants de 5è i 6è de primària.

Paraules clau: ABP, funció relació, cicle superior, biologia, ésser viu.

This article presents an educational proposal to promote the construction of different ideas about the relational abilities of living things from an initial challenge: designing and building a robot that can express some emotions. Its design is based on a PBL-based methodology (Project Based Learning) and is structured around 5 stages: presentation of the challenge and exploration of previous ideas, realization of experiences, structuring and extension and final communication. This project was carried out in collaboration with the Fundació Autònoma Solidària (FAS) and was implemented in the program CROMA 2.0 during the 2017-2018 course with 5th and 6th grade pupils.

Paraules clau: ABP, relational abilities, upper primary level, biology, living being.

INTRODUCCIÓ

La proposta educativa que es presenta sorgeix d'una col·laboració amb la Fundació Autònoma Solidària (FAS) en el marc del programa CROMA 2.0. Aquest programa socioeducatiu promou la vinculació de la Universitat Autònoma de Barcelona amb centres de primària del Vallès Occidental en els que la presència d'alumnat amb risc d'exclusió social és significativa. Estudiants de la UAB fan de voluntaris i voluntàries en aquest programa duent a terme activitats fora de l'horari escolar. En aquestes activitats es promou el desenvolupament de les competències bàsiques d'aquests infants, incloent

les competències de l'àmbit científicotecnològic. Així doncs, aquest programa persegueix un doble objectiu: promoure la igualtat d'oportunitats d'infants en situacions de risc d'exclusió i col·laborar en la formació dels i les estudiants de la UAB facilitant l'acció de compromís social.

Una altra característica especial del programa és que tan en el disseny de les activitats del programa CROMA 2.0 com en la seva implementació, participen grups o instituts de recerca de la UAB que interactuen amb els infants. La finalitat d'aquests intercanvis és que els infants puguin conèixer de manera directa persones que es dediquen a la recerca en diversos àmbits i puguin tren-

car-se alguns dels estereotips que acostumen a acompanyar aquestes professions. Així, el programa també intenta incidir en la imatge dels professionals STEM o científic-tecnològics dels nens i nenes que hi participen.

ABP COM A METODOLOGIA PER APRENDRE CIÈNCIES

Les activitats que es duen a terme en el marc del programa CROMA 2.0 segueixen una metodologia d'Aprenentatge Basat en Projectes (ABP). Es va considerar que aquesta metodologia era la més adequada per a la proposta perquè posseïa una sèrie de característiques que encaixaven i permetien promoure les finalitats socioeducatives del programa. Aquestes característiques, que es descriuen en detall a l'informe del Buck Institute for Education (2015), són les següents:

- Es planteja un **repte o problema inicial** i es convida als infants a pensar, discutir, investigar, provar, etc. per dissenyar una solució al repte plantejat. Aquest repte, tot i suposar una demanda important a l'alumnat que justifica el temps que dedicaran al projecte, ha de presentar-se de forma que no presenti una barrera d'entrada que es percebi com inabastable. Es a dir, ha de permetre que tothom s'hi posi a pensar, fer i parlar sobre el repte des de l'inici.
- El repte inicial es planteja en **context** i pretén ser **autèntic**, és a dir, el més genuí possible i amb connexió amb el món real. Per aquest motiu, el repte que es planteja parteix d'una demanda explícita d'un grup d'investigadors de la UAB sobre un tema que pugui ser rellevant en el context quotidià dels infants. Alhora, s'espera que els propis infants proposin i discuteixin les seves propostes de solucions amb el mateix equip al final del projecte. L'objectiu és augmentar l'**apoderament** d'aquests infants, així com que valorin la utilitat de les activitats plantejades i el fet d'aprendre. Això és especialment important tenint en compte que a conseqüència del seu entorn familiar i social, poden mostrar conductes de desafecció amb el sistema educatiu (Lareau, 2011).

A més a més de les característiques comunes als projectes d'ABP aquí discutides, en la nostra proposta s'emfatitzen alguns aspectes que no són tan compartits en les propostes ABP. Aquestes serien:

- Per tal de promoure l'activitat **autònoma** de l'alumnat durant el projecte, es dissenya i planifica una **seqüència d'activitats** concreta seguint un cicle d'aprenentatge i es faciliten **estructures de suport o andamiatge** adients, amb l'objectiu d'ajudar l'alumnat a avançar adequadament no només en la solució del repte, sinó sobretot en la construcció i desen-

volupament de les seves idees en relació als continguts curriculars triats. Tant la planificació prèvia d'activitats com la retro-alimentació dels docents durant les mateixes és clau per promoure que les idees de l'alumnat esdevinguin cada cop més adequades des del punt de vista d'allò que volem que aprenguin.

Finalment, i relacionat amb lo anterior, en les propostes d'ABP cal tenir en compte que l'objectiu didàctic o d'aprenentatge del projecte (el domini competencial dels continguts que es treballen) no coincideix amb l'objectiu del projecte que se'ls planteja (resoldre el repte) (Domenech, 2017). I que, per tant, allò important de regular i avaluar no és tant el resultat del procés (la seva solució concreta) com l'aprenentatge que s'hi produeix al llarg del mateix (p.ex. com apliquen els continguts a la solució o com justifiquen el que mancaria)..

ESTUDIAR LA FUNCIÓ DE RELACIÓ DELS HUMANS DES DE LA MIRADA DE LA CIÈNCIA

Es va triar el model d'ésser viu i, en particular, la concreció d'aquest model a l'estudi en la funció de relació dels éssers humans com a contingut d'un dels projectes del programa CROMA 2.0. Tot i que el model ésser viu és un dels models més importants i més treballats en l'etapa primària (Galindo, Sanmartí, & Pujol, 2007) encara són poques les propostes que es centren en la construcció de la funció de relació malgrat ser una idea clau per entendre com interactuem amb l'entorn (Tena, Garrido, & López Rebolal, 2018). A més a més, els pocs casos on s'aborda l'estudi d'aquesta funció sovint es fa des de l'aprenentatge anatòmic dels òrgans del cos humà, dificultant així la construcció d'una visió dinàmica i d'interacció (Pujol Vilallonga, Márquez, & Bonil, 2006).

Per tot això, la finalitat del projecte era la construcció amb els infants d'una visió dinàmica del cos humà que anés més enllà de la visió de la funció de relació com una suma dels òrgans del sistema nerviós. Concretament, es volia construir una de les idees més importants d'aquesta funció: que els éssers vius es relacionen amb el medi, i que relacionar-se vol dir captar la informació de l'entorn, processar-la i generar una resposta (Pujol Vilallonga et al., 2006).

Basant-nos en la perspectiva socioconstructivista de l'aprenentatge i en recerques anteriors sobre el tema (Tena, Garrido, & López Rebolal, 2017), entenem que la construcció d'aquesta idea central cal plantejar-la com una evolució o progrés des d'idees senzilles cap a idees cada cop més sofisticades, tan a nivell de cada proposta didàctica, com al llarg de la escolaritat (Couso, 2015). És per aquest motiu que per dissenyar les activitats es van

redactar idees clau concretes sobre la funció de relació en complexitat ascendent (veure Figura 1).

A més a més de les idees científiques, en el disseny del projecte també es va tenir en compte la connexió del tema amb altres idees relacionades, per exemple amb l'educació emocional i la necessitat de pensar i parlar sobre com es construeix la ciència.

EL PROJECTE “EL ROBOT DE LES EMOCIONS”

“El robot de les emocions” es el títol d'un dels projectes que es va dissenyar i implementar en el marc del programa CROMA 2.0 en el curs 2017-2018. En aquest projecte va col·laborar de manera activa l'Institut de Neurociències de la UAB (<http://inc.uab.cat>). El projecte tenia una durada de 7 sessions d'aproximadament 1 hora cadascuna. En aquestes sessions es pretenia que els i les alumnes construïssin quatre grans idees sobre la funció de relació en els humans que es mostren en la figura 1, aplicades al disseny d'un robot que pogués expressar emocions a partir d'estímuls. Al llarg de la seqüència s'utilitza el disseny del robot, com a anàleg artificial dels éssers vius, per contextualitzar la construcció d'idees del model ésser viu tot afavorint la visió de la biologia i la salut com àrees amb importants implicacions tecnològiques.

En el nostre entorn hi ha estímuls que poden provocar una resposta en els éssers vius.

Els organismes vius són capaços de captar alguns estímuls de l'entorn mitjançant receptors específics.

Cada receptor transporta la informació captada a través de neurones cap un centre de coordinació.

En els centres de coordinació s'elabora una resposta que dona lloc a una acció, o l'elaboració d'un record o emoció.

Figura 1. Relació de les idees clau que es pretenen construir en la proposta d'*El robot de les emocions*.

Per ajudar a la construcció de cadascuna d'aquestes idees es van dissenyar diverses activitats que es van estructurar seguint el cicle de modelització proposat per Garrido Espeja (2016): presentació del repte, exploració d'idees prèvies; emergència de coneixements; estructuració; aplicació i comunicació final. Cadascuna d'aquestes

activitats anava dirigida a la construcció d'una de les grans idees a partir de l'estudi del cos humà i la seva aplicació al disseny del robot.

A continuació s'ofereix un resum breu de les activitats incloses en el projecte “el robot de les emocions” segons les idees clau que pretenien construir. Els materials complets del projecte es poden trobar al següent enllaç: <https://ddd.uab.cat/collection/crecim?ln=ca>.

Presentació del repte

En la primera sessió, a través d'un vídeo (Fig. 2), dues científiques de l'Institut de Neurociències es presenten als infants, tot destacant què fan en el seu temps lliure, per què van estudiar ciències i quin és el seu àmbit de recerca. Al final d'aquest, les mateixes científiques plantegen un repte als infants que necessita ser resolt: **Quines característiques hauria de tenir un robot que pugui expressar emocions?**

La finalitat d'aquest vídeo és doble, d'una banda es busca comunicar als infants la demanda del projecte; i d'altra banda es busca explicitar i fer evolucionar la visió que tenen els infants sobre les persones que es dediquen a la ciència. És per això que després del vídeo s'estableix un diàleg amb els infants on es fan preguntes com: *Quines persones coneixeu que es dediquen a la ciència? En què s'assemblen o es diferencien amb aquestes dues científiques que heu conegut? Quines de les característiques d'aquestes científiques creieu que teniu vosaltres?*



Figura 2. Fotograma del vídeo de presentació de les científiques que col·laboraven en el projecte *El robot de les emocions*.

Què podria provocar una emoció en el nostre robot?

Aquesta activitat es basa en l'activitat de Carbó & Castellón (2013), *Allò que entra, allò que surt*. La finalitat de l'activitat és ajudar als infants a construir la idea de què a l'entorn hi ha estímuls que poden provocar respostes en els éssers vius i que aquests estímuls i respostes estan relacionats.

Per fer-ho es demana als infants que, en grup, pensin en què entra i què surt del seu cos i ho representin en un dibuix en una silueta humana (Fig. 3). Els grups es podran intercanviar els dibuixos per refinar les produccions dels companys/es i promoure l'establiment d'un dibuix final de consens amb totes les coses que *entren* i que *surten*. Durant aquest treball, es promourà que els infants identifiquin que no només *entren i surten coses físiques o materials* (p. ex. Una poma → Excrements) sinó que també *entren i surten coses no materials* com, per exemple, estímuls i respostes. Qualsevol d'aquestes coses que entren té relació amb una cosa que surt (Carbó & Castellón, 2013).

Al final de l'activitat es demanarà als infants aplicar aquestes idees al disseny del robot amb preguntes com: *Què podria provocar una emoció en el nostre robot?* És a dir, per a què el robot pugui expressar les emocions que els infants triïn, caldrà que es produeixin en l'entorn els estímuls necessaris. Aquesta discussió final pretén ajudar als infants a concretar i estructurar les idees clau de la sessió utilitzant l'analogia de la construcció del robot. No obstant, serà necessari que el/la dinamitzador/a de la sessió faci èmfasi en la relació entre el robot i els éssers vius (*En què s'assemblaria a nosaltres aquest robot? En què seria diferent?*) per tal de què les idees construïdes no només serveixin per a donar resposta al repte concret de la construcció del robot, sinó per interpretar el conjunt de com els éssers vius es relacionen amb l'entorn.



Figura 3. Exemple de producció dels infants de l'activitat *Allò que entra, allò que surt*.

Com pot captar què hi ha al seu voltant el nostre robot?

Aquesta activitat es basa en la proposta de Roca & Márquez (2004) i té com a finalitat ajudar als infants a construir la idea de què els organismes vius són capaços de captar els estímuls de l'entorn mitjançant receptors específics.

El/la dinamitzador/a agruparà als infants per parelles. Un infant tindrà els ulls tapats. L'altre, tindrà una agulla de monyo (o clip en forma d'U) i haurà d'anar punxant suaument al/la company/a diverses parts del cos (mà, dits, diverses zones del braç, front...). L'infant que punxa tindrà dues opcions: utilitzar l'agulla amb les puntes molt poc separades (uns 2mm entre punxa i punxa com a màxim), o utilitzar l'agulla amb les puntes separades (1cm de distància aproximada). L'infant que té els ulls tapats haurà d'endevinar si l'estan punxant amb l'agulla tancada (i, per tant, nota una sola punxada) o si l'estan punxant amb l'agulla oberta (i, per tant, nota dues punxades).

La discussió posterior anirà dirigida a ajudar als infants a identificar la punxada de l'agulla de monyo com a estímulo exterior i la identificació de receptors especialitzats que permeten captar aquests estímuls exteriors. De la mateixa manera, el fet de que hi hagi zones del cos més sensibles que d'altres (i, per tant, on sigui més fàcil identificar si l'agulla està oberta o tancada) es deu a la quantitat de receptors que tenim. És a dir, els receptors no estan repartits de la mateixa manera per tot el cos i hi ha zones on la quantitat de receptors és molt més gran (p. ex. tenim molts més receptors als llavis o a les puntes dels dits que a l'esquena). On no hi ha receptors, o si aquests no funcionen, no hi sentim res.

Al final de la sessió es demanarà als infants l'aplicació de les idees construïdes al disseny del robot mitjançant preguntes com: *Com pot saber què hi ha al seu voltant el robot? Segons el que hem treballat, què necessitaria?* Així, per a què el robot pugui saber què hi ha al seu voltant (és a dir, poder captar estímuls exteriors), necessitarà també uns receptors (o sensors) que seran específics per a l'estímul que es vulgui captar. De la mateixa manera, també es discutirà i explicitarà la connexió entre les característiques del robot i dels éssers vius, amb preguntes com: *En què ens assembla amb aquest robot? En què som diferents?*

Com pot interpretar la informació captada el nostre robot?

En aquest apartat s'inclouen dues activitats que tenen com a objectiu la identificació de dos tipus de resposta als estímuls: respostes que impliquen mo-

viment i respostes que impliquen aspectes cognitius, com ara l'elaboració de records. L'anàlisi dels tipus de respostes permetrà als infants avançar i refinar el propi disseny del robot.

Quant triges a agafar-ho? Treballant el moviment com a resposta

En un primer estadi, els infants identifiquen els éssers vius amb el moviment i, en particular, el moviment com a tipus de resposta principal als estímuls (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994). Aquesta activitat, per tant, pretén evidenciar i refinar aquestes concepcions dels infants com a primer pas en la construcció de les idees clau sobre la diversitat de respostes que es poden donar en els éssers vius, així com en la identificació del cervell com un dels llocs on s'elaboren aquestes respostes.

Es proposa als infants l'activitat següent: per parelles, un company/a aguantarà un tros de paper de la mida d'un bitllet. Un altre company/a amb la mà en forma de pinça, intentarà agafar-lo quan el primer company el deixi anar, tal i com es mostra en la figura 4. El/la company/a que deixa anar el bitllet no ha d'avisar quan ho farà, simplement el deixarà caure. Per tant, el company/a que intentarà agafar el tros de paper haurà d'estar atent/a a l'acció del company/a i respondre quan rebí aquest estímul.

Es poden fer diverses proves amb diversos infants. Com més a prop es trobi el bitllet de la mà de l'infant que vol agafar-lo, més difícil serà assolir el repte. D'altra banda, quan és el propi infant el que deixa anar el bitllet amb una mà i l'agafa amb l'altra, el repte desapareix per complet, ja que l'infant tindrà molt pocs problemes per agafar-lo.



Figura 4. Exemple del truc del bitllet.

La discussió posterior haurà de fer èmfasi en la identificació de la caiguda del paper com a estímul que capta l'ull i el moviment de la mà, com a res-

posta. De la mateixa manera, s'evidenciarà en la discussió el paper del cervell com a òrgan que interpreta les informacions i elabora les respostes a partir de preguntes com: *Un cop l'ull "ha vist" que el paper cau, com sap la mà que s'ha de moure? Com és que quan deixeu anar vosaltres mateixes el paper sempre l'agafeu? Quin òrgan és l'encarregat de considerar si el paper cau o no, és a dir, interpretar aquest estímul? Quin òrgan s'encarrega de "manar" a la mà per tal que es mogui?* Aquesta mateixa discussió permetrà també construir idees complementàries sobre el model de relació, com és que l'elaboració de la resposta a partir d'un estímul no és immediata, sinó que requereix d'un temps.

Per facilitar l'estructuració de les idees finals, i de manera equivalent a les sessions anteriors, es demanarà als infants l'aplicació de les idees construïdes al disseny del robot mitjançant preguntes com: *Com podria interpretar la informació que rep a partir dels receptors (sensors)? A partir del que hem vist avui, quins elements necessitem per a la construcció del robot?* Així, s'evidenciarà la necessitat de comptar amb un centre de processament d'informació i es podria establir un equivalència amb el paper que juga el cervell en el nostre cos, com a primera referència.

De què fa olor? Treballant el record com a resposta

Com a segon pas en la construcció de les idees sobre els tipus de resposta es proposa als infants un taller d'olors i de música. En diversos pots tapsats, trobaran diversos ingredients coneguts com, per exemple, romaní, cafè, cacau, curri,... Per grups, els infants hauran d'endevinar de quins ingredients es tracta només olorant. Un membre del grup anirà apuntant les prediccions de cada infant i si l'ha encertat o no. De manera complementària, també es pot permetre als infants tocar els ingredients per identificar-los. En la discussió posterior, serà necessari destacar on es troben els diversos elements del model de relació estudiats (estímul, transmissió de la informació, centre d'interpretació, transmissió de la informació, resposta) en aquesta experiència. L'experiència permet destacar que les respostes als estímuls no sempre són en forma de moviment, sinó que poden implicar l'elaboració d'un record o d'una emoció (p. ex. *Què us ha permès identificar l'ingredient? Us recordava alguna cosa? Aquest record com era, agradable?*).

A continuació, es demana als infants que tanquin els ulls (o se'ls tapin) i se'ls explica que sentiran diverses músiques diferents. Després de sentir cada música hauran d'anotar què els suggereix al seu quadern (quina emoció els desperta, quin sen-

timent, si els ve al cap un record...). Es recomana utilitzar estils musicals que puguin ser significatius per a tots els infants (p. ex. pop africà, música tradicional del nord d'Àfrica, pop anglès, rap, música tradicional llatinoamericana, trap, reggaeton...). Per parelles o grups de tres els infants compartiran les seves respostes i es demanarà que apuntin aquells sentiments o sensacions dels seus/ves companys/es que han estat diferents a les seves.

De manera equivalent, al final de l'activitat es discuteix amb els infants de quina manera el que s'ha treballat a la sessió pot ajudar en el disseny del robot per tal de facilitar l'estructuració d'unes idees clau de consens. Aquesta discussió també haurà de posar de manifest les similituds i diferències del robot amb els éssers vius per tal de que les idees construïdes puguin ser més generalitzables.

En particular, en aquesta posada en comú es vol fer èmfasi en que determinats estímuls, com pot ser una cançó, poden causar diferents respostes (memòries, emocions...) que tenen a veure amb les experiències viscudes. Per tant, l'elaboració d'una resposta pot ser variada: ser molt simple (identificar la part del cos on et toquen amb una agulla) o molt complexa (despertar unes emocions a partir d'uns sons). En les respostes complexes la memòria juga un paper important en la interpretació d'aquests estímuls. A més, es posa novament de manifest la rellevància del cervell com a òrgan que coordina la interpretació de la informació i l'elaboració de respostes.

Posem ordre. Com es connecta tot plegat?

A les activitats anteriors s'han destacat diversos elements del robot (estímul, sensors/receptors, centre de coordinació) que són necessaris perquè es produeixi la resposta desitjada, però sense tenir en compte de quina manera es transmet la informació entre els centres. Aquesta activitat proposa un petit joc perquè els infants puguin identificar la funció de les neurones en el transport d'informació en el cos (o els cables, en el cas del robot), alhora que es realitza una estructuració general de totes les idees construïdes al llarg del projecte.

En un primer moment, es demana als infants que reconeguin diversos objectes amb els ulls tapats i que descriguin les seves sensacions al tocarlos, així com totes aquelles parts del seu cos que creuen que han estat imprescindibles en la identificació dels objectes (p. ex. mans, cervell, boca...). A continuació, es demana als infants que imaginin com viatja la informació de les mans al cervell i del cervell a la boca. Per tal de facilitar la discussió, es demana a un infant de la classe que marxi fora de

la classe. Un dels infants que es troba dins de l'aula haurà d'enviar un missatge a l'infant que es troba a fora amb la llista dels objectes identificats amb els ulls tapats, però no es pot moure ni cridar. El que sí que pot fer, és utilitzar els seus companys i companyes perquè l'ajudin. L'infant que es troba fora tindrà tot una llista d'objectes entre els quals haurà d'identificar aquells que es troben a la capsa del/la company/a de dins i aquells que no. Quan sàpiga quins objectes no estan a la capsa, haurà de retornar aquesta informació, mitjançant els/les seus/ves companys/es, a les persones dinamitzadores de l'activitat. Es pot complicar el joc demanant als infants que transmetin un a un el nom dels objectes que es troben a la capsa, o bé que cada vegada pensin una solució diferent per transmetre la informació de dins a fora i de fora a dins (p. ex. fer una cadena molt llarga i transmetre la informació de boca a orella; apuntar el missatge en un paper i donar-lo a un company/a perquè el doni a un altre company,...).

L'estructuració de les idees construïdes al llarg del projecte, per tant, serviran en aquest punt per respondre la demanda inicial feta per les dues investigadores de l'Institut de Neurociències.

Aplicació i comunicació final

Es demana als infants que, en grups, concretin en un pòster el disseny del seu robot que pugui expressar emocions (figura 5). Els infants presenten la seva proposta a l'equip de científics/es de l'Institut de Neurociències en una trobada presencial de cloenda del projecte. Per guiar el procés de creació del pòster, es proposa als infants seguir una sèrie de passos basats en la metodologia del *Design Thinking* (Albalat, 2017). Pot ser d'ajuda destacar quins aspectes del robot són purament estètics (nom del robot, forma...) d'aquells que són necessaris per a què el robot pugui expressar emocions, és a dir, implicats en la seva funció de relació.

IMPLEMENTACIÓ DEL PROJECTE

Aquest projecte es va implementar el curs 2017-2018 a uns 30 centres, aproximadament. Uns 500 infants de cicle superior de primària i uns 150 estudiants de la UAB van participar en la seva implementació com a dinamitzadors/es. Prèviament a la implementació, un equip de 20 becaris/es es va formar prèviament per vetllar per la implementació òptima del projecte a cada centre.

En l'avaluació final, l'equip de dinamitzadors/es va avaluar positivament el projecte, especialment per la varietat d'activitats on els infants tenien un

paper actiu. No obstant, es va destacar que, en alguns moments, les idees sobre la funció de relació eren massa abstractes i, per tant, difícils de construir per a determinats infants. En aquest sentit, es va valorar la funció del dossier dels infants com a eina facilitadora a l'hora de recollir les idees construïdes al final de cada sessió i per recordar què s'havia fet a la sessió anterior, així com la facilitat d'adaptar el projecte a diversos ritmes d'aprenentatge. Finalment, també es va recomanar concretar la pregunta inicial en una aplicació que tingui un ús real o un impacte social determinat (p. ex. que els robots puguin ajudar a expressar emocions a persones que no poden fer-ho). D'aquesta manera, es pot augmentar l'interès dels infants pel projecte i es facilita la feina d'aplicació de les idees construïdes al disseny del robot.



Figura 5. Mostra dels dissenys dels robots realitzades pels infants

Agraïments

Les autores volen agrair al Genís Oñate per la seva valuosa contribució a l'elaboració dels materials del projecte. També volen agrair la Fundació Autònoma Solidària, els i les voluntàries que han participat en la implementació del projecte i la im-

plicació de l'equip d'investigadors/es de l'Institut de Neurociències.

Bibliografia

- Albalat, A. (2017) Design thinking en STEAM. *Revista Ciències 34*, 29-34.
- Buck Institute for Education. (2015). Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements.
- Carbó, M. V., & Castellón, A. (2013). Allò que entra, allò que surt. Consultable a: <http://apliense.xtec.cat/arc/node/29906>
- Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de "què" ensenyar a l'aula de ciències. *Revista Ciències 29*, 29-36.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Domènech, J. (2017) Aprenentatge Basat en Projectes en àmbits STEM. Claus metodològiques i reptes. *Revista Ciències 33*, pp. 2-7
- Galindo, A. G., Sanmartí, N., & Pujol, J. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 25(3), 325–340.
- Garrido Espeja, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Tesis, UAB.
- Lareau, A. (2011). *Unequal Childhoods: Class, Race and Family Life*. University of California Press.
- Pujol Vilallonga, R. M., Márquez, C., & Bonil, J. (2006). El estudio del cuerpo humano en la etapa de primaria. En *Guía Praxis. Educación primaria. Orientaciones y recursos (6-12 años)* (468–486). Barcelona: Praxis.
- Roca, M., & Márquez, C. (2004). Parlar i escriure sobre el que fem al laboratori. *LaTalaia (Revista Digital)*, 15.
- Tena, E., Garrido, A., & López Rebolal, N. (2018). ¿Cómo saben los pájaros si deben migrar?. Uso de una noticia para construir conocimiento científico y matemático. *UNO. Didáctica de Las Matemáticas*, 81, 22–29.
- Tena Gallego, È., Garrido Espeja, A., & López Rebolal, N. (2017). El uso del ciclo de modelización para trabajar el modelo ser vivo-función relación en el aula de primaria: diseño y análisis de una propuesta. *Enseñanza de Las Ciencias*, Numero Especial, 1115–1120.