



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



EL PAPER DEL TINKERING EN L'EDUCACIÓ STEM NO FORMAL

Tesi Doctoral

Autora: Cristina Simarro Rodríguez

Directora: Digna Couso Lagarón

Doctorat en Educació

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències
Experimentals

Bellaterra, maig 2019

UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona

Cristina Simarro Rodríguez (2019)

Tesi Doctoral. Programa de Doctorat en Educació. Àmbit de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals (Universitat Autònoma de Barcelona), Bellaterra, Barcelona

Paraules clau: tinkering, pràctiques científiques, pràctiques de l'enginyeria

Key words: tinkering, scientific practices, engineering practices

Portada i contraportada: J. Mata, A. Mata, M. Mata i C. Simarro

© Fotografies Creativity: J. Almar, J. Nieva, G. Mendina.

Aquesta tesi ha estat escrita al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

*A la meva mare,
perquè si tu no haguessis sigut com ets,
jo no seria com soc.*

*A l'Arnau i a la Maria,
perquè heu portat llum a la meva vida
i em feu créixer amb vosaltres dia a dia.*

*Al Quim,
per estar sempre aquí, al meu costat
i cuidar-me i acompanyar-me
en aquesta aventura que anomenem vida.*

PRESENTACIÓ

Aquesta document recull el treball de tesi doctoral de Cristina Simarro Rodríguez, matriculada al programa de Doctorat en Educació en l'àmbit de la Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals (RD 99/2011) a la Universitat Autònoma de Barcelona i investigadora adscrita al grup de recerca ACELEC (Activitat Científica Escolar: Llenguatge, Eines i Contextos).

Durant el període de realització d'aquesta tesi, s'han elaborat les següents comunicacions i publicacions:

- Couso, D.; Simarro, C. (*in press*). STEM education through the epistemological lens: Unveiling the challenge of STEM transdisciplinarity. In Johnson, C.; Mohr-Schroeder, M.; Moore, T.; English, L. (Eds.), *Handbook on STEM Education*.
- Simarro, C.; Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué?. *UNO Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 81 (Julio)
- Simarro, C.; Couso, D. (2017). Analisis del papel de la intervención adulta en una actividad Making en un contexto informal. X Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Simarro, C.; Couso, D. (2016). Análisis de una actividad tinkering en el marco de la educación STEM. *Primeras Noticias. Comunicación y Pedagogía*, nº 291, 65-71
- Simarro, C.; Couso, D. (2016). El papel del Tinkering en el aprendizaje formal e informal de las ciencias en primaria. Comunicació oral. Symposium: Focusing on the learner. The DIYLab philosophy at school and University to Foster Student Agency and Collaborative Learning. (Barcelona, Spain).

La memòria de la Tesi està estructurada en 10 capítols que inclouen la introducció a la recerca, el marc teòric, el plantejament dels objectius i preguntes de la recerca, el disseny de la recerca, els resultats dels dos estudis plantejats en la recerca, les conclusions i implicacions de la mateixa i tres capítols addicionals en què es recullen la bibliografia, un glossari i els annexos.

AGRAÏMENTS

Amb aquesta tesi es tanca un viatge que va començar ara farà deu anys quan vaig decidir fer un salt al buit i endinsar-me en la que ha resultat ser la meva passió: l'educació. Un viatge que ha suposat, no només un llarg camí d'aprenentatge, que culmina amb el document que teniu entre mans, sinó que ha resultat un viatge d'introspecció que m'ha permès entendre qui soc realment i m'ha portat a créixer i enriquir-me com a persona. En aquest camí han estat moltes les persones que m'han acompanyat i que encara m'acompanyen. A totes elles, vull dedicar aquests agraïments.

En primer lloc, vull agrair a la directora de la tesi, la Dra. Digna Couso Lagarón, el ser l'espurna que va encendre la passió per l'educació i l'oxígen que l'ha mantinguda encesa. Les classes al Master de Professorat van ser tota una revelació per a mi i van capgirar per complet la idea que tenia sobre què vol dir ensenyar i aprendre ciències. Des d'aquell moment, el teu coneixement i amor per l'educació m'han guiat en molts dels moments més importants del viatge al que feia referència a l'inici. Des del nostre primer projecte juntes fins a la tesi que ara tanquem, treballar amb tu sempre ha estat anar un pas més enllà del que semblaria obvi. Hi ha hagut moments per a tot, però inclús en els moments difícils crec que hem sapigut trobar la forma de sortir-ne reforçades. Gràcies per haver accedit a dirigir aquesta tesi malgrat que inicialment no les tinguéssim totes. Gràcies per trobar sempre la part positiva del que estàvem fent. Gràcies per ser tan generosa en tants moments. Sóc molt conscient de tot el que m'has aportat en el procés d'el·laboració d'aquesta tesi. Com t'he dit moltes vegades, seria capaç de dir-te totes i cadascuna de les idees que ara hi surten reflectides que han sorgit de les nostres converses. Idees que en un primer moment potser no eren gens clares per a mi però que, amb el temps, han anat prenent sentit i forma i sense les quals aquest treball no hauria estat el que és. Per tot això: gràcies Digna!

Aquest viatge, però, no s'entendria sense el CRECIM, Centre de Recerca per a l'Educació Científica de la Facultat de Ciències de l'Educació, la que ha estat la meva segona casa en aquests quasi deu anys. A tota la família del CRECIM, que ha anat creixent amb els anys, vull agrair l'haver-me ensenyat tant i l'haver-me acompanyat al llarg d'aquest viatge. A la seva creadora, la directora que em va acollir, la Dra. Roser Pintó, vull agrair-li l'haver-me fet confiança durant tant de temps. Malgrat que els nostres camins van prendre direccions distintes, aquest treball no s'explicaria sense valorar la influència que la Dra. Pintó ha tingut en el meu creixement com a investigadora en l'àmbit de la didàctica de les ciències. Gràcies a la Dra. Pintó he pogut aprendre el valor de la precisió de les nostres paraules i així ho he volgut plasmar en aquest treball. Espero haver estat a l'alçada.

El CRECIM és la gent que el forma i he tingut la sort de poder compartir alegries i penes amb uns companys i unes companyes amb una qualitat humana i una intel·ligència insuperables. Al Dr. Víctor López vull agrair-li el suport que m'ha donat al llarg d'aquests anys. Sempre recordaré una conversa ara farà uns sis anys en la que, amb un dels teus típics esquemes, m'animaves a plantejar la meva tesi doctoral. Víctor, no sé si t'ho he dit mai, però ets la persona que més he vist créixer al llarg de la meva vida. De l'estudiant accelerat que eres quan vaig començar al CRECIM a l'investigador que ets ara, dia a dia he anat admirant la teva capacitat per ser rigorós i creatiu a parts iguals en el teu objectiu per millorar l'educació científica. Vull aprofitar aquestes línies per dir-te que ha estat un plaer compartir aquests anys amb tu i per confirmar el meu desig

de poder compartir-ne encara molts més. Pensar en el CRECIM és sens dubte pensar també en la Dra. Carme Grimalt. Carme... què puc dir-te! Has estat la companya ideal. Sempre amb la paraula justa en l'instant precís, m'has ajudat en els moments en què més ho he necessitat. Els que et coneixen saben que, darrera de la treballadora responsable i excel·lent que ets, s'amaga una Carme amb un finíssim sentit de l'humor que tantes vegades m'ha fet riure de forma còmplice i amb qui tants interessos *freak* comparteixo. Ens hem acompanyat en aquest tempestuós món que és el món de la recerca, però també en alguns dels moments més importants de la nostra vida, i confio en que ens seguirem acompanyant sigui quin sigui el nostre futur. Vull agrair també a la Dra. Anna Garrido el contrapunt que sempre ha suposat per al CRECIM. Amb les teves reflexions profundes i la teva capacitat de qüestionament, les teves aportacions han donat sempre qualitat a totes les nostres discussions (sí, també hi incloc les més animades amb el Víctor a l'hora de dinar!). Malgrat l'asincronia dels nostres calendaris, crec que compartim sensibilitats i això ha fet que hàgim viscut de forma similar el nostre creixement com a investigadores. Sempre he trobat en tu les reflexions que m'han permès asserenar-me quan ho he necessitava i veure que no, que no estava tan equivocada. Gràcies Anna! Una altra persona que ha estat clau en la meva darrera etapa al CRECIM ha estat l'Èlia Tena. La Digna ja ens deia que quan et coneguéssim n'estariem encantats. I així ha estat. Èlia, ets una persona brillant i amb un cor enorme. Amb una vocació claríssima per a l'educació, compartir aquests darrers anys al CRECIM amb tu m'ha ensenyat moltíssim. Has estat i ets el meu referent per entendre l'educació a primària. En breu seràs tu la que estaràs finalitzant la teva tesi i m'agradaria poder fer-te costat igual com tu ho has fet ara. No em puc oblidar tampoc de la Dra. Marisa Hernández, a qui li agraeixo l'haver aportat serenitat en molts dels moments més complicats al CRECIM. Marisa, per a mi ets un exemple de tenacitat i coherència, una persona de qui he d'aprendre molt en l'àmbit acadèmic i vull agrair-te el coneixement que has compartit tantes vegades amb mi. De la mateixa forma, no puc escriure els agraïments a la gent del CRECIM sense mencionar a la Sílvia Casal. Sílvia, has estat aquí des del primer dia que vaig entrar i sempre has procurat recolzar-me en aquells moments en què has vist que la meva confiança en la tesi defallia. Gràcies per ser-hi, Sílvia. Gràcies també a l'Oto Lusic per tantes converses de cafè compartides que m'han permès oxigenar una mica el meu cap en els moments en què estava més capficada. Et desitjo el millor en la nova etapa com a professor. I a la Maria Navarro vull agrair-li també la maduresa de les seves reflexions. Malgrat el poc temps compartit, la teva clarividència m'ha estat un suport molt necessari en moments difícils en la meva darrera etapa al CRECIM.

El meu pas pel CRECIM, però, ha estat llarg, i en etapes anteriors he coincidit amb d'altres persones que són també essencials per entendre el treball que s'ha fet en aquesta tesi. A l'Alba Massagué vull agrair-li el seu somriure infinit. Alba, ets una bellíssima persona i t'he trobat molt a faltar! Sempre he tingut clar que havies de tenir un paper important en aquests agraïments. A la Dra. Raquel Rios i a la Dra. Anna Artigas, vull agrair-los també el temps que vam compartir en un projecte que va ser força complex per a totes però en el que, crec, vam aprendre molt. Raquel, no hi ha dubte que el CRECIM va deixar de ser el mateix quan vas marxar. El teu sentit de l'humor i la teva bondat em van fer sempre molt bona companyia i les teves ganes d'aprendre eren sempre un impuls per seguir reflexionar. Anna, la teva visió tan pragmàtica em va ajudar en molts moments a centrar la mirada. Gràcies a les dues pels moments compartits! Gràcies també al David Ferrer i a la Maria Dalmases. Personalment sento que el temps compartit ha estat escàs i que podríem haver fet coses molt interessants plegats. Us agraeixo a tots dos que, amb la vostra passió, em recordéssiu en molts moments què em va portar a fer un viratge cap a l'educació. El CRECIM són també la Luïsa Herreras, el Josep Olivella, el David Atzet, el Genís, l'Adrià, el Llorenç, el Cristian, la Laura, el Jose... i molta altra gent que han compartit amb

nosaltres les ganes de fer quelcom per aportar un grant de sorra a la didàctica de les ciències. Al llarg de tots els anys que he estat al CRECIM em vaig prometre no oblidar-me de cap de vosaltres en aquests agraïments que, somiava, arribarien algun dia.

Sens dubte, aquesta tesi no s'hauria pogut portar a terme sense la confiança feta per part de la Fundació Bancària la Caixa. Ha estat gràcies a l'oportunitat que se'm va brindar per part seva ara farà quatre anys que aquesta tesi ha vist la llum. És per aquest motiu que els meus agraïments tant a la Fundació com a la gent que en forma part tenen per a mi una especial rellevància. En primer terme voldria agrair-li al Javier Hidalgo l'haver apostat tant pel CRECIM com per mi mateixa per acompanyar al CosmoCaixa en el llançament del Creativity. Javier, siempre recordaré el día que, en la primera STEAMConf, me comentaste que había una propuesta en torno a un nuevo espacio en el que habías estado trabajando. Allí empezó una aventura que culmina en esta tesis. Gracias por haber confiado en mí y por haberme apoyado en la realización de esta tesis, y gracias por hacerlo siempre con un elevado nivel de exigencia y un trato tan cercano. Gràcies també a l'Esther Arderiu. Esther, no hi ha dubte que aquesta tesi és també en part teva, per totes les hores dedicades al Creativity i per totes les reflexions compartides entorn a com havia de ser la proposta, com havíem de treballar amb els facilitadors i facilitadores... Gràcies Esther per valorar i potenciar la feina que fèiem des del CRECIM. Els agraïments són també per a l'equip del CosmoCaixa. Moltes gràcies al Lluís Noguera, director del CosmoCaixa, per el seu tracte tan proper i per la confiança feta en la nostra feina. Gràcies també a la Montserrat Casanovas per estar sempre oberta a ajudar-nos i facilitar-nos la feina. En aquest sentit, faig extensiu també els agraïments a LaVola per la predisposició a participar en la recerca. Gràcies a l'Arantxa Arnaiz i a la Laura Tosset per facilitar en tot moment el seguiment del seu personal al Creativity i gràcies infinites als monitors i monitores que, amb tanta paciència, s'han deixat seguir i enregistrar.

La feina feta en aquesta tesi ha comptat també amb la participació d'algunes persones a qui voldria mencionar en aquests agraïments. En primer lloc, vull agrair a la Ruth, la Raquel i l'Aida, les hores dedicades a explorar el Creativity i les idees sorgides mentre realitzaven els seus TFG. També a la Dra. Gemma Paris i la Dra. Mar Morón que em van obrir una mirada diferent cap al Creativity.

Vull agrair també al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències la possibilitat de portar a terme aquesta tesi i l'acompanyament que m'ha brindat al llarg de la seva consecució. A la Dra. Conxita Màrquez, que n'ha fet el seguiment des del principi, vull agrair-li l'interès que sempre ha mostrat per la meva recerca. Amb l'amabilitat que caracteritza a la Conxita, les seves crítiques constructives i les seves preguntes sinceres m'han ajudat a avançar en el meu treball. D'igual forma, vull agrair a la Dra. Begoña Oliveras la seva rigorositat a l'hora de valorar l'evolució de la meva recerca, fent-ne un anàlisi profund i plantejant-me preguntes que m'han fet reflexionar. No puc oblidar mencionar tampoc a la Dra. Mercè Izquierdo, que sempre ha mostrat curiositat per la meva recerca i amb qui vaig tenir el privilegi de poder-ne discutir en el marc de les Jornades de Doctorat organitzades pel Departament. Les seves paraules en aquella ocasió m'han donat seguretat en molts moments de dubte. Els meus agraïments són també per a la Dra. Mercè Junyent que, com a coordinadora del Programa de Doctorat en Educació, m'ha guiat i ajudat en totes les qüestions referents a la realització de la tesi. Com a estudiant de doctorat, en el Departament he trobat també companys i companyes amb qui he compartit preocupacions i inquietuds i en els que sempre he trobat una paraula amable, un consell o un somriure per ajudar-me a seguir endavant. Gràcies a la Dra. Isabel Pau i la Dra. Kaouthar Boukafri per compartir amb mi la seva experiència i per treure-li ferro als alts i

baixos que implica el fer una tesi. Gràcies també al Miquel Pérez i a l'Àngels Moltó per escoltar-me quan ho he necessitat i, amb els seu sentit de l'humor, fer-me sentir acompanyada. Els agraïments al Departament no s'acaben aquí. Són moltes les persones que, en algun moment o altre s'han interessat per la meva recerca i m'han encoratjat a seguir endavant. Gràcies a la Dra. Edelmira Badillo, a la Dra. Anna Marbà, a la Dra. Mariona Espinet, a la Dra. Marta Fonolleda, a la Dra. Laura Valdés, Dr. Lluís Albarracín i a molts d'altres per haver-me ajudat, animat i recolzat en algun moment al llarg de la realització de la tesi.

La meva experiència com a investigadora en l'àmbit de la recerca de la didàctica de les ciències m'ha permès compartir viatge amb persones que, com jo, viuen l'educació, i en especial l'educació en l'àmbit científic i tecnològic amb passió i dedicació. Vull agrair a aquestes persones l'haver-me acompanyat en aquest viatge, per haver mostrat interès per la meva recerca i per haver-me ajudat a reflexionar entorn a la mateixa. A l'equip del CESIRE-CDEC vull donar-los les gràcies per haver mostrat sempre interès per la meva recerca i per haver-me ajudat a reflexionar-hi. Gràcies al Dr. Júlio Pérez, la Núria López i la Rosanna Fernández, entre d'altres, per, amb la seva proximitat, haver-me fet sentir que la recerca que dúiem a terme podia ser d'interès per a d'altres persones. Gràcies també al Dr. Jordi Doménech que, amb la seva calidesa i paraula pausada no mancada de reflexió, m'ha donat coratge també moltes vegades, probablement sense saber-ho. Els meus agraïments són també per al Dr. Jaume Ametller amb qui vaig compartir un viatge ple de consells per part seva i des del qual m'he sentit sempre acompanyada. Al Dr. Jenaro Guisasa i a la Dra. María Rut Jiménez Liso vull agrair-los l'haver-me donat forces en les jornades de la Escuela de Doctorado de los Encuentro, haver-me ajudat a posar en valor la recerca en l'àmbit no formal i haver-me posat en contacte amb persones amb interessos similars als de la meva recerca. Vull agrair també l'interès que, d'una manera o altra, altres persones amb qui he compartit projectes i reflexions entorn a l'educació en l'àmbit STEM han mostrat per la meva recerca. Gràcies al Sergio Marco per presentar-me oportunitats que m'han permès aprofundir en la reflexió entorn a l'educació STEM i el paper de l'educació en enginyeria. Gràcies també a la Tatiana Mora per animar-me sempre a seguir endavant. Gracias Tatiana por estar ahí cuando te he necesitado. Vull agrair també al Dr. Jordi Albò les converses compartides entorn a la didàctica de l'educació en enginyeria i en les reflexions en general sobre el món de la recerca i l'acadèmia.

Més enllà de l'àmbit acadèmic i professional, són moltes les persones que, d'una manera o altra, han ajudat a que fer la tesi fos una mica més fàcil. Gràcies a totes aquelles persones que, malgrat quedar-los lluny, amb el seu "Què, com portes la tesi?" han mostrat el seu interès per com estava vivint aquest procés tan complex que suposa la realització de la tesi. A les meves amigues (Núria, Maria, Laura, Assumpta, Anna) per fer-me sentir recolzada i per escoltar-me en la meva multitud de queixes sobre la tesi. Als "noigos" per posar sempre aquell punt d'humor al nostre dia a dia i treure ferro, de forma tant intel·ligent, a les angoixes. Hi ha amistats també que, malgrat la distància, m'han mostrat el seu sincer interès per aquest repte al qual vaig decidir embarcar-me. Gràcis Philipp per, des del primer dia, preguntar-me per la meva recerca i interessar-te per la meva tesi. Gràcies Mathieu per convèncer-me de que sortir-se del camí segur és positiu, malgrat els entrebancs.

Vull acabar aquests agraïments fent menció a les persones més properes, aquelles que, des de l'ombra, han fet possible que aquesta tesi hagi sortit endavant: la família. Gràcies Laura, David, Carlos, Ludmila, Nil i Pau per donar-me ànims quan ho he necessitat. Gràcies Pau per fer-me sentir que el que feia no era una pèrdua de temps. També gràcies al Joan, la Rosa, la Pilar i el

Mariano permetre'm tenir algunes hores per "fer tesi". Pilar, sembla que per fi podré fer servir el punter que em vas regalar ara fa quatre anys!

Gràcies mama per la teva immensa confiança en mi i per haver despertat i alimentat la curiositat que m'ha portat fins aquí. Aquesta curiositat, que ens ve de família (iaia, aquesta tesi també vull agrair-te-la a tu) és el que m'ha fet estimar la ciència i la tecnologia... però també les persones, l'educació. Tu m'has ensenyat a fer-me preguntes i a buscar-ne la resposta, sempre amb una mirada molt humana. Sens dubte, no hauria arribat fins aquí si no fos per tu. Gràcies!

A l'Arnau i a la Maria us vull donar les gràcies per l'enorme paciència que heu tingut tots aquests anys. Gràcies per deixar-me compartir amb aquesta tesi les hores que eren vostres. En el meu record hi haurà una imatge de tu, Maria, posant-te els auriculars per escoltar la música que tenia posada a l'ordinador i de tu, Arnau, demanant-me insistentment que t'expliqués què eren aquells vídeos que mirava tota l'estona. Us desitjo que, com jo, trobeu allò que us apassiona i que tingueu el luxe de poder dedicar-hi tant de temps com hi he pogut dedicar jo gràcies a la vostra comprensió. Espero poder acompanyar-vos com ho heu fet vosaltres, amb un somriure. Us estimo molt!

I finalment... gràcies Quim. No ha estat fàcil, no ho negarem. Aquesta tesi ens ha fet perdre moltes hores de conversa. Algunes molt fructíferes, d'altres una mica frustrants. Però per fi sembla que el viatge s'acaba. I aquest viatge no hauria estat possible sense el teu recolzament. Gràcies Quim per saber acomodar-te a la meva complexitat i per entendre que aquest repte era important per a mi. En ella hi ha molt de teu: la teva lucidesa d'enginyer, la teva candidesa de nen i el teu amor com a company.

"A través d'altres, esdevenim nosaltres mateixos."

— L.S. Vygotsky

RESUM

Aquesta tesi analitza les característiques i potencialitats d'impacte, des de la perspectiva de pràctiques científiques i de l'enginyeria, d'una de les corrents que està guanyant més popularitat en l'àmbit de l'educació STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques, per les seves sigles en anglès): el moviment Maker. En concret, la recerca se centra en una de les seves variants, el Tinkering, i ho fa en un context específic, l'espai Creativity del CosmoCaixa de Barcelona.

La recerca està dividida en dos estudis, un primer estudi (Estudi 1) que ofereix una proposta de caracterització del Tinkering (com a espai, com a metodologia i com a activitat), i n'analitza les potencialitats d'aprenentatge, i un segon estudi (Estudi 2) que se centra en identificar els models de facilitació que es poden trobar en un context Tinkering.

En l'Estudi 1 es combinen subestudis de caire descriptiu i interpretatiu basats en observacions no participants de nou sessions Tinkering, incloent una extensiva recollida de dades en àudio i vídeo. Aquest estudi resulta, d'una banda, en un model de caracterització del Tinkering com a espai i com a proposta metodològica i, de l'altra, en una proposta que dota d'estructura a una activitat desestructurada.

Per la seva banda, l'Estudi 2 es planteja com un estudi de cas en el que s'analitzen quatre facilitadors, obtenint-se tres models de facilitació que es mouen entre un model més centrat en la part física del Tinkering i basat en una intervenció mínima a un model que busca la reflexió entorn al Tinkering com a activitat, passant per un model que busca provocar canvis en l'activitat més enllà dels que puguin donar-se per les característiques físiques del Tinkering.

En resum, la recerca portada a terme en aquesta tesi ha permès aprofundir en la conceptualització del moviment Maker, i més específicament, del Tinkering des de l'educació STEM i pot resultar molt útil per a plantejar, dissenyar, implementar i avaluar propostes educatives basades en el Tinkering.

RESUMEN

Esta tesis analiza las características y potencialidades de impacto, desde la perspectiva de prácticas científicas y de la ingeniería, de una de las corrientes que está ganando más popularidad en el ámbito de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés): el movimiento Maker. En concreto, la investigación se centra en una de sus variantes, el Tinkering, y lo hace en un contexto específico, el espacio Creativity del CosmoCaixa de Barcelona.

La investigación está dividida en dos estudios, un primer estudio (Estudio 1) que ofrece una propuesta de caracterización del Tinkering (como espacio, como metodología y como actividad), analizando su potencialidades de aprendizaje, y un segundo estudio (Estudio 2) que se centra en identificar los modelos de facilitación que se pueden encontrar en un contexto Tinkering.

En el Estudio 1 se combinan subestudios de carácter descriptivo e interpretativo basados en observaciones no participantes de nueve sesiones Tinkering, incluyendo una extensiva recogida de datos en audio y vídeo. Este estudio resulta, por un lado, en un modelo de caracterización del Tinkering como espacio y como propuesta metodológica y, por otro, en una propuesta que dota de estructura a una actividad desestructurada.

Por su parte, el Estudio 2 se plantea como un estudio de caso en el que se analizan cuatro facilitadores, obteniéndose tres modelos de facilitación que se mueven entre un modelo más centrado en la parte física del Tinkering y basado en una intervención mínima a un modelo que busca la reflexión en torno al Tinkering como actividad, pasando por un modelo que busca provocar cambios en la actividad más allá de los que puedan darse por las características físicas del Tinkering.

En resumen, la investigación llevada a cabo en esta tesis ha permitido profundizar en la conceptualización del movimiento Maker, y más específicamente, del Tinkering desde la educación STEM y puede resultar muy útil para plantear, diseñar, implementar y evaluar propuestas educativas basadas en el Tinkering.

ABSTRACT

This thesis analyzes the characteristics and potentialities of impact, from the perspective of scientific and engineering practices, of one of the approaches that is gaining more popularity in the field of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education: the Maker movement. In particular, the research focuses on one of its variants, the Tinkering, and it does so in a specific context, the Creativity space of CosmoCaixa in Barcelona.

The research is divided into two studies, a first study (Study 1) that offers a proposal to characterize Tinkering (as space, as a methodology and as an activity), analyzing its learning potential, and a second study (Study 2) that focuses on identifying the facilitation models that can be found in a Tinkering context.

Study 1 combines descriptive and interpretative sub-studies based on non-participant observations of nine Tinkering sessions, including an extensive collection of audio and video data. This study results, on the one hand, in a characterization model of Tinkering as a space and as a methodological proposal and, on the other, in a proposal that gives structure to an unstructured activity.

For its part, Study 2 is based on a case study in which four facilitators are analyzed, obtaining three facilitation models that move between a model more focused on the physical part of Tinkering and based on a minimum intervention to a model that seeks the reflection about Tinkering as an activity, including a second model that seeks to bring about changes in activity beyond those that may be due to the physical characteristics of Tinkering.

In summary, the research carried out in this thesis has allowed to deepen the conceptualization of the Maker movement, and more specifically, of Tinkering from STEM education perspective and can be very useful to propose, design, implement and evaluate educational proposals based on Tinkering .

ÍNDIX

| | |
|--|----|
| Índex de figures | IX |
| Índex de taules..... | XI |
| CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ | 1 |
| 1.1 Introducció a la recerca | 3 |
| CAPÍTOL 2. MARC TEÒRIC | 7 |
| 2.1 Introducció al marc teòric | 9 |
| 2.2 L'educació STEM com a nou paradigma per a l'educació en l'àmbit científic i tecnològic..... | 10 |
| 2.2.1 De l'educació en els àmbits STEM al concepte d'educació STEM | 11 |
| 2.2.2 Principals reptes de les visions actuals de l'educació STEM | 14 |
| 2.2.3 Una altra forma d'entendre l'educació STEM: la participació en les pràctiques científiques i de l'enginyeria | 15 |
| 2.2.3.1 Les pràctiques científiques en la didàctica de les ciències | 16 |
| 2.2.3.2 Les pràctiques de l'enginyeria en la didàctica de l'enginyeria | 18 |
| 2.2.3.3 Una educació STEM polièdrica | 32 |
| 2.3 El paper del moviment Maker o Making en l'educació STEM | 35 |
| 2.3.1 La irrupció del moviment Maker en la societat..... | 35 |
| 2.3.2 El moviment Maker en l'educació STEM | 37 |
| 2.3.2.1 El Tinkering com a exemple de Making en l'educació STEM..... | 39 |
| 2.4 Contextos no formals per a l'ensenyament i aprenentatge de les STEM | 46 |
| 2.4.1 La perspectiva socio-constructivista com a marc per a la recerca en contextos no formals..... | 47 |
| 2.4.2 El paper dels espais en contextos d'aprenentatge no formals | 48 |
| 2.4.3 El paper de la interacció adult-nen en contextos d'aprenentatge no formals | 51 |
| CAPÍTOL 3. OBJECTIUS I PREGUNTES DE RECERCA | 55 |
| 3.1 Introducció als objectius i a les preguntes de recerca | 57 |
| 3.2 Objectius i preguntes de recerca | 58 |
| 3.2.1 Estudi 1. Caracterització basada en evidències del Tinkering com a espai, proposta metodològica i activitat des de la perspectiva didàctica de les pràctiques científiques i de l'enginyeria | 58 |
| 3.2.1.1 Estudi 1.1 Caracterització d'un espai tinkering: el cas del Creativity | 58 |
| 3.2.1.2 Estudi 1.2 Caracterització de la proposta metodològica del Creativity..... | 58 |
| 3.2.1.3 Estudi 1.3 Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity | 59 |
| 3.2.1.4 Estudi 1.4 Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat tinkering | 59 |

| | |
|--|-----|
| 3.2.2 Estudi 2. Anàlisi del paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering | 59 |
| CAPÍTOL 4. DISSENY DE LA RECERCA | 61 |
| 4.1 Context | 63 |
| 4.1.1 El Creativity: un espai tinkering al CosmoCaixa de Barcelona | 63 |
| 4.1.2 Context de la recerca | 64 |
| 4.2 Metodologia | 65 |
| 4.2.1 Paradigma de la recerca i marc metodològic | 65 |
| 4.2.1.1 Mètodes emprats per a la recollida de les dades | 69 |
| 4.2.1.2 Mètodes emprats per a l'anàlisi de les dades | 72 |
| 4.2.2 Recollida de dades | 73 |
| 4.2.2.1 Primera fase de recollida de dades | 73 |
| 4.2.2.2 Segona fase de recollida de dades | 76 |
| 4.2.2.3 Tractament de les dades recollides | 79 |
| 4.2.3 Anàlisi de les dades | 82 |
| 4.2.3.1 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.1 i per a l'Estudi 1.2 | 82 |
| 4.2.3.2 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.3 | 85 |
| 4.2.3.3 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.4 | 99 |
| 4.2.3.4 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 2 | 102 |
| CAPÍTOL 5. RESULTATS DE L'ESTUDI 1. CARACTERITZACIÓ BASADA EN EVIDÈNCIES DEL TINKERING COM ESPAI, PROPOSTA METODOLÒGICA I ACTIVITAT DES DE LA PERSPECTIVA DIDÀCTICA DE LES PRÀCTIQUES CIENTÍFIQUES I DE L'ENGINYERIA | 105 |
| 5.1 Estudi 1.1. Caracterització d'un espai tinkering: el cas del Creativity | 107 |
| 5.1.1 Caracterització dels diversos espais del Creativity | 107 |
| 5.1.2 Caracterització general | 123 |
| 5.1.3 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.1 | 133 |
| 5.2 Estudi 1.2. Caracterització de la proposta metodològica del Creativity | 134 |
| 5.2.1 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.2 | 140 |
| 5.3 Estudi 1.3. Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity | 142 |
| 5.3.1 Fases identificades en una activitat Creativity | 142 |
| 5.3.2 Relació entre les característiques de l'espai i la proposta metodològica del Creativity amb el desenvolupament de les fases de l'activitat tinkering | 148 |
| 5.3.2.1 Influència de les característiques de l'espai i de la proposta metodològica del Creativity en les diverses fases | 148 |
| 5.3.2.2 Desenvolupament de l'activitat en cada espai del Creativity | 154 |
| 5.3.3 Aprofundiment en les fases d'una activitat tinkering: patrons i motius que provoquen el canvi inter i intrafases | 156 |
| 5.3.3.1 Caracterització de l'activitat que es desenvolupa al Creativity | 156 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.3.2 Patrons identificats en una activitat tinkering | 157 |
| 5.3.3.3 Motius principals de canvi en una activitat tinkering | 168 |
| 5.3.4 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.3 | 170 |
| 5.4 Estudi 1.4. Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat tinkering | 174 |
| 5.4.1 Pràctiques en les que s'involucren els participants en una activitat tinkering | 174 |
| 5.4.2 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.4 | 188 |
| 5.5 Discussió general dels resultats de l'Estudi 1 | 190 |
| CAPÍTOL 6. RESULTATS DE L'ESTUDI 2: ANÀLISI DEL PAPER DE LA INTERVENCIÓ ADULTA EN UNA ACTIVITAT TINKERING EN UN CONTEXT..... | 193 |
| 6.1 Caracterització dels facilitadors i de les facilitadores: visions i models d'intervenció.... | 195 |
| 6.1.1 Biel – Un facilitador ha de procurar... Que l'espai estigui correcte per a que els nens puguin treballar sols..... | 196 |
| 6.1.2 Carla – Un facilitador ha de procurar... Proposar nous reptes per tal que els nens tornin més complexes les seves creacions | 201 |
| 6.1.3 Íngrid – Un facilitador ha de procurar... Promoure la reflexió mentre els nens participen en un procés de creació lliure | 204 |
| 6.1.4 Marta – Un facilitador ha de procurar... Plantejar bones preguntes per esperonar les accions dels participants | 208 |
| 6.2 Discussió dels resultats de l'Estudi 2..... | 213 |
| CAPÍTOL 7. CONCLUSIONS I IMPLICACIONS | 217 |
| 7.1 Conclusions i limitacions dels estudis | 219 |
| 7.1.1 Sobre la caracterització del Tinkering com a espai (Estudi 1.1) | 220 |
| 7.1.2 Sobre la caracterització del Tinkering com a proposta metodològica (Estudi 1.2) | 221 |
| 7.1.3 Sobre la caracterització del Tinkering com a activitat (Estudi 1.3)..... | 222 |
| 7.1.4 Sobre el potencial d'aprenentatge del Tinkering (Estudi 1.4)..... | 224 |
| 7.1.5 Sobre el paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering (Estudi 2)..... | 226 |
| 7.1.6 Conclusions transversals..... | 227 |
| 7.2 Conclusions i limitacions metodològiques | 230 |
| 7.3 Reflexions sobre l'interès i la continuïtat de la recerca | 232 |
| CAPÍTOL 8. BIBLIOGRAFIA | 235 |
| CAPÍTOL 9. GLOSSARI | 255 |
| CAPÍTOL 10. ANNEXOS | 259 |
| Annex I. Proposta d'idees clau per a l'enginyeria..... | 261 |
| Annex II. Notes de camp recollides entre setembre de 2015 i setembre de 2016..... | 263 |
| Annex III. Protocols d'observació utilitzats en la recollida de dades exploratòria | 306 |
| Annex IV. Permisos d'enregistrament sol·licitats a les escoles observades en la segona fase de la recollida de dades | 316 |

Annex V. Guions de les entrevistes semiestructurades portades a terme en la segona fase de la recollida de dades317

Índex de figures

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Esquema de la tesi..... | 5 |
| Figura 2. Graus d'integració de les disciplines que sovint s'associen a l'educació STEM (gràfics de Multi, Interdisciplinarietat inspirats en Drake i Crawford (2004), gràfic de transdisciplinarietat inspirat en Slain (2011))..... | 13 |
| Figura 3. Pràctiques i productes de la ciència i l'enginyeria..... | 19 |
| Figura 4. Pràctiques científiques i de l'enginyeria i la seva relació amb el món de les idees i dels tangibles..... | 20 |
| Figura 5. Elements rellevants de l'educació STEM tenint en compte la proposta d'alfabetització STEM que proposa Couso (2017)..... | 33 |
| Figura 6. Múltiples nivells d'integració de les disciplines (en concret de la ciència i de l'enginyeria) segons si pensem en els continguts conceptuals, les pràctiques i els conceptes transversals de les disciplines..... | 35 |
| Figura 7. Concepcions del terme Tinkering des de l'àmbit educatiu..... | 39 |
| Figura 8. Resum dels estudis plantejats per a la consecució de la Tesi..... | 58 |
| Figura 9. Relació entre els diversos estudis portats a terme..... | 60 |
| Figura 10. Croquis de l'espai Creativity del CosmoCaixa..... | 63 |
| Figura 11. Imatges dels espais del Creativity del CosmoCaixa..... | 63 |
| Figura 12. Resum de l'estratègia de recollida de dades en dues fases..... | 73 |
| Figura 13. Exemple de les notes de camp preses durant la recollida exploratòria de dades..... | 74 |
| Figura 14. Exemple d'ús dels protocols d'observació dissenyats per a la fase exploratòria de recollida de dades..... | 75 |
| Figura 15. Resum de les fonts de dades utilitzades en la primera fase de recollida de dades (exploratòria)..... | 76 |
| Figura 16. Resum de les fonts de dades utilitzades en la segona fase de recollida de dades..... | 79 |
| Figura 17. Procés d'edició de les dades enregistrades en àudio i vídeo per tal d'obtenir un únic document de vídeo per a cada cas susceptible d'anàlisi..... | 81 |
| Figura 18. Detall de les dades emprades per a l'anàlisi corresponent a cadascun dels estudis de la recerca..... | 82 |
| Figura 19. Exemple de la codificació feta utilitzant el software d'anàlisi qualitatiu Atlas.ti..... | 90 |
| Figura 20. Etapes en l'exploració de materials i dispositius de cada espai..... | 143 |
| Figura 21. Els objectius plantejats pels participants poden tenir diverses naturaleses: funcionals, artístiques o investigatives..... | 144 |
| Figura 22. Seqüència en la que s'observa un nen que acaba abandonant l'activitat per no haver aconseguit plantejar-se o apropiat-se d'un objectiu..... | 144 |
| Figura 23. Les diferents pràctiques s'entrecreuen al llarg d'una mateixa activitat al Creativity..... | 145 |
| Figura 24. Creació artística "Museu de les bales". Es pot llegir com, amb les gomes, les participants van escriure la paraula "Museu"..... | 147 |
| Figura 25. Resum de les característiques de les fases d'una activitat Creativity segons l'anàlisi de les dades exploratòries..... | 148 |

| | |
|---|-----|
| Figura 26. Caracterització de l'activitat a l'espai de bales i pinball..... | 154 |
| Figura 27. Caracterització de l'activitat a l'espai d'engranatges..... | 154 |
| Figura 28. Caracterització de l'activitat a l'espai de vent..... | 154 |
| Figura 29. Caracterització de l'activitat a l'espai d'electricitat..... | 155 |
| Figura 30. Caracterització de l'activitat a l'espai d'ombres..... | 155 |
| Figura 31. Caracterització de l'activitat a l'espai de stopmotion..... | 155 |
| Figura 32. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats..... | 158 |
| Figura 33. Exemple de seqüenciació Bàsica de les fases..... | 167 |
| Figura 34. Exemple de seqüenciació "de sofisticació" de les fases..... | 167 |
| Figura 35. Exemples de seqüenciació "de perfeccionament" de les fases..... | 167 |
| Figura 36. Agents de canvi identificats en l'anàlisi dels casos. Percentatge sobre el total d'agents de canvi identificats..... | 168 |
| Figura 37. Mecanismes utilitzats pels diversos agents per a promoure el canvi intra i interfases..... | 168 |
| Figura 38. Detall dels principals agents i mecanismes identificats per al canvi de fase i en la fase d'avançament..... | 169 |
| Figura 39. Tasques portades a terme per l'alumnat..... | 174 |
| Figura 40. Pràctiques de l'enginyeria i científiques evidenciades en l'anàlisi dels casos estudiats. Percentatge sobre el total de pràctiques observades..... | 176 |
| Figura 41. Pràctiques de l'enginyeria i científiques evidenciades en l'anàlisi dels casos estudiats. Percentatge sobre el total de pràctiques observades per a cada cas..... | 179 |
| Figura 42. Agrupació dels casos segons les pràctiques de l'enginyeria i científiques predominants. Percentatge sobre el total de pràctiques observades per a cada cas..... | 180 |
| Figura 43. Seqüenciació de les pràctiques identificades en l'anàlisi dels casos..... | 185 |
| Figura 44. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F1-Biel..... | 199 |
| Figura 45. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F2-Carla..... | 203 |
| Figura 46. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F3-Íngrid..... | 207 |
| Figura 47. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F4-Marta..... | 210 |
| Figura 48. Models d'intervenció identificats..... | 212 |
| Figura 49. Activitat dels participants vs. Model d'intervenció del facilitador (Perfil 1)..... | 214 |
| Figura 50. Influència dels resultats dels estudis..... | 227 |

Índex de taules

| | |
|--|-----|
| Taula 1. Comparació de la idea de pràctica d'enginyeria en diversos currículums..... | 23 |
| Taula 2. Comparació d'elements característics de la ciència i de l'enginyeria..... | 26 |
| Taula 3. Proposta d'actualització de les pràctiques d'enginyeria recollides al currículum dels Estats Units (NRC,2012)..... | 28 |
| Taula 4. Proposta d'agrupació de les idees clau de l'enginyeria..... | 30 |
| Taula 5. L'educació STEM entesa com l'educació en un àmbit amb diversos elements clau de naturalesa molt diversa..... | 34 |
| Taula 6. Resum de la literatura sobre els beneficis potencials de les activitats Tinkering. | 44 |
| Taula 7. Resum de les tipologies de facilitació recollides en la literatura..... | 53 |
| Taula 8. Descripció de les zones i espais del Creativity..... | 64 |
| Taula 9. Resum del paradigma de recerca i del marc metodològic per als estudis plantejats..... | 68 |
| Taula 10. Resum de sessions observades al llarg de la primera fase exploratòria de recollida de dades..... | 74 |
| Taula 11. Resum de les dades recollides en la segona fase de la recollida de dades (gener-setembre 2016)..... | 76 |
| Taula 12. Ubicació dels instruments d'enregistrament (àudio i vídeo) en els diferents espais del Creativity..... | 77 |
| Taula 13. Nombre de sessions enregistrades en àudio i vídeo a cadascun dels espais..... | 78 |
| Taula 14. Exemple de codificació de les dades enregistrades en vídeo i àudio durant l'activitat..... | 80 |
| Taula 15. Exemple d'evidències recollides per al descriptor "2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil " de la dimensió 2. Grau de ludificació..... | 83 |
| Taula 16. Dimensions i descriptors proposats per a l'anàlisi d'un espai Tinkering portada a terme en el marc de l'Estudi 1.1..... | 84 |
| Taula 17. Dimensions considerades per a la caracterització exploratòria de l'activitat al llarg d'una sessió Creativity..... | 85 |
| Taula 18. Resum dels casos considerats per a l'anàlisi portat a terme en l'Estudi 1.3 (també utilitzats en l'Estudi 1.4). Els casos marcats amb (*) s'han considerat també per a l'Estudi 2..... | 87 |
| Taula 19. Dimensions, categories i subcategories emprades en l'anàlisi de les dades per a l'Estudi 1.3..... | 89 |
| Taula 20. Exemple de l'anàlisi de casos portada a terme dins l'Estudi 1.3..... | 91 |
| Taula 21. Categories sorgides en analitzar les tasques en les que participa l'alumnat en la fase d'avançament..... | 99 |
| Taula 22. Exemple d'anàlisi de les tasques portades a terme per l'alumnat en la fase d'avançament..... | 100 |
| Taula 23. Pràctiques científiques i de l'enginyeria com a categories d'anàlisi de les tasques identificades..... | 102 |
| Taula 24. Casos observats per a cada facilitador/a..... | 102 |
| Taula 25. Dimensions, categories i subcategories considerades per a l'anàlisi de les dades de l'Estudi 2..... | 103 |
| Taula 26. Exemple de categorització per a l'anàlisi de les dades de l'Estudi 2..... | 104 |
| Taula 27. Taula resum de les característiques de l'espai Tubs de Vent..... | 108 |
| Taula 28. Taula resum de les característiques de l'espai Màquina de Bales i Pinball..... | 110 |
| Taula 29. Taula resum de les característiques de l'espai d'Engranatges..... | 113 |
| Taula 30. Taula resum de les característiques de l'espai d'Electricitat..... | 115 |
| Taula 31. Taula resum de les característiques de l'espai d'Ombres..... | 117 |
| Taula 32. Taula resum de les característiques de l'espai de Stop motion..... | 119 |
| Taula 33. Taula resum de les característiques dels espais comuns..... | 121 |

| | |
|--|-----|
| Taula 34. Caracterització general del Creativity com a espai Tinkering segons les dimensions definides..... | 123 |
| Taula 35. Resultats respecte al grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens presents a l'espai Creativity..... | 124 |
| Taula 36. Resultats respecte al grau de ludificació de l'espai Creativity..... | 127 |
| Taula 37. Resultats respecte al grau de facilitat per a rebre feedback en l'espai Creativity..... | 128 |
| Taula 38. Resultats respecte al grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en l'espai Creativity..... | 129 |
| Taula 39. Valoració del grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar en cada espai i al Creativity en general..... | 131 |
| Taula 40. Valoració del grau de grau de ludificació en cada espai i al Creativity en General..... | 131 |
| Taula 41. Valoració del grau de facilitat a rebre feedback de l'activitat en cada espai i al Creativity en general..... | 132 |
| Taula 42. Valoració del grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en cada espai i al Creativity en general..... | 132 |
| Taula 43. Estructura bàsica d'una sessió Creativity..... | 134 |
| Taula 44. Caracterització general del Creativity com a proposta metodològica Tinkering segons les dimensions definides..... | 134 |
| Taula 45. Resultats respecte al grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens presents al Creativity de la proposta metodològica..... | 135 |
| Taula 46. Resultats respecte al grau de ludificació de la proposta metodològica del Creativity..... | 135 |
| Taula 47. Resultats respecte al grau de facilitat en la proposta metodològica per a rebre feedback..... | 138 |
| Taula 48. Resultats respecte al grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en la proposta metodològica..... | 138 |
| Taula 49. Subfases per les que generalment s'inicia la fase d'exploració en funció de les característiques dels materials i dispositius de cada espai..... | 149 |
| Taula 50. Influència de l'explicitació de les tasques en la fase de plantejament d'objectiu per part dels participants..... | 149 |
| Taula 51. Resum del tipus d'objectius que se solen plantejar en cada espai i de les pràctiques relacionades amb els mateixos..... | 150 |
| Taula 52. Identificació de la informació recollida en els gràfics que representen els resultats de l'anàlisi dels 12 casos dins l'Estudi 1.3..... | 157 |
| Taula 53. Descripció de l'aprofundiment en les fases de l'activitat tinkering representat en els gràfics..... | 163 |
| Taula 54. Classificació dels casos segons els patrons de seqüenciació identificats..... | 168 |
| Taula 55. Classificació de les tasques realitzades per l'alumnat segons la pràctica a la que corresponen..... | 175 |
| Taula 56. Exemple de seqüenciació "Prova-Error"..... | 181 |
| Taula 57. Exemple de seqüenciació "Solució sense anàlisi"..... | 182 |
| Taula 58. Exemple de seqüenciació "Avançament sense solució"..... | 183 |
| Taula 59. Exemple de seqüenciació "Optimització"..... | 184 |
| Taula 60. Identificació de la informació recollida en els gràfics que representen els resultats de l'anàlisi portat a terme en l'Estudi 2..... | 195 |
| Taula 61. Resum de les visions dels facilitadors entrevistats..... | 211 |

CAPÍTOL 1.

INTRODUCCIÓ

1.1 Introducció a la recerca

La present Tesi sorgeix en un moment de canvis en el plantejament de l'ensenyament i aprenentatge de les ciències i de la tecnologia. En un context en què cada vegada es parla més de la integració de les disciplines científiques i tecnològiques, amb la perspectiva d'una educació STEM en boca de tothom, i davant de la proposta d'innovacions educatives tant dins com fora de l'escola, la recerca portada a terme en el marc d'aquesta Tesi busca *copsar, aclarir i analitzar* les característiques i impactes d'una de les corrents que està guanyant més popularitat en l'àmbit de l'educació científicotecnològica: el moviment Maker.

Amb presència creixent a nivell internacional, en el nostre context el moviment Maker es defineix per entitats d'influència com la Fundació Bofill com una metodologia que està "transformant l'educació", en especial en l'àmbit de les anomenades disciplines STEM i encara més específicament pel que fa a la tecnologia i l'enginyeria. Des de la nostra responsabilitat com a investigadores en l'àmbit de la didàctica de les ciències ens vam veure interpel·lades per afirmacions com aquesta i vam considerar necessari el plantejar una recerca que es pogués portar a terme al mateix temps que aquest moviment Maker o Making s'anava difonent en el nostre panorama educatiu, tant en l'àmbit formal com en el no formal.

En aquest sentit, la proposta de col·laboració plantejada per la Fundació Bancària la Caixa¹ en el moment de llançar el primer espai Maker en el seu museu de la ciència, el CosmoCaixa, va suposar l'oportunitat perfecte per a poder endinsar-se en aquest fenomen a mida que aquest s'anava desenvolupant. En concret, l'estudi se centra en l'espai Creativity, un espai tinkering inspirat en el Tinkering Studio de l'Exploratorium de San Francisco i que es basa en la filosofia Tinkering, una variant del Making que es caracteritza pel seu caràcter improvisat i que es basa en la creació lliure per part de l'alumnat a partir dels diversos materials, dispositius i fenòmens posats a l'abast.

Buscant entendre què pot aportar de nou aquest enfocament Tinkering a d'altres propostes ja existents tot prenent en consideració els nous paradigmes educatius als que fem front, i en especial a l'anomenada educació STEM, es va plantejar una recerca que permetés: I) definir millor què representa el moviment Maker quan se'n parla des de l'educació, en concret quan aquest es presenta en format de propostes Tinkering; II) analitzar el potencial d'aprenentatge d'aquestes propostes en el marc d'una educació STEM basada en la perspectiva de pràctica i III) entendre quin paper pot tenir la intervenció adulta en aquest tipus de propostes educatives de caràcter lliure.

Amb aquests objectius en ment, la consecució de la Tesi ha comportat la realització de diferents tasques de naturalesa diversa. D'una banda, una extensiva recerca bibliogràfica per establir les bases de la recerca. En ella destaca l'exercici de cerca de referents i de sintetització de conceptes i d'idees en certa mesura inèdites en el nostre context donat el caràcter innovador i la manca de referents, tant del marc de l'educació STEM com del mateix moviment Maker. D'altra banda, una àmplia recollida de dades en el context de la recerca seguint enfocaments etnogràfics, és a

¹ La recerca portada a terme en el marc de la Tesi està basada en gran part en les tasques realitzades en el marc del conveni signat entre la Fundació Bancària la Caixa i el CRECIM, Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica de la UAB del qual l'autora i directora d'aquesta Tesi en són investigadora i directora respectivament.

Capítol 1. Introducció

dir, d'immersió en el fenomen en el moment i circumstàncies en què aquest té lloc. Finalment, una sintetització dels resultats, plantejats com a Estudis separats però relacionats, que ha buscat ser el més constructiva possible per tal de permetre la seva reutilització en d'altres recerques en contextos similars.

Tant el procés com el resultat d'aquestes tasques es recullen en els diferents apartats de la Tesi, que s'han dividit a mode de Capítols atenent a la seva naturalesa i enfocament. En el Capítol 2, per exemple, es recull el **marc teòric** al que fem referència anteriorment. En ell, no només es parla d'educació STEM i de moviment Maker, sinó també d'altres aspectes rellevants per a la recerca com la perspectiva de pràctiques científiques i de l'enginyeria o els contextos no formals per a l'ensenyament i aprenentatge de les STEM.

Per la seva banda, el Capítol 3 desenvolupa els **objectius específics de la recerca** i aprofundeix en les **preguntes** plantejades en el marc de la Tesi, mentre que en el Capítol 4 es resumeix el **disseny de la recerca**.

Els Capítols 5 i 6 ofereixen els resultats dels respectius estudis plantejats. El Capítol 5 recull els resultats de l'**Estudi 1**, que busca caracteritzar els espais Tinkering com a contextos per a fomentar les pràctiques científiques i de l'enginyeria. Aquest estudi està dividit en quatre subestudis que es presenten en els apartats 1, 2, 3 i 4 d'aquest Capítol 5. El primer subestudi, que busca caracteritzar l'espai Creativity com a espai tinkering (objectiu 1.1) es basa en una descripció interpretativa de l'espai Creativity que persegueix plantejar un marc específic per concebre i analitzar els espais Tinkering. El segon subestudi, en canvi, se centra en la caracterització del Tinkering més enllà de la part física dels espais, analitzant els tres característiques de les propostes metodològiques emprades en aquests espais (objectiu 1.2). Per la seva banda, el tercer subestudi pretén analitzar l'activitat que té lloc en un context Tinkering com a resultat de les característiques de l'espai i de la proposta metodològica Tinkering evidenciades en els anteriors subestudis (objectiu 1.3), buscant oferir una visió estructurada d'una activitat no estructurada. Finalment, el tercer estudi, aprofundeix en aquesta activitat per tal d'estudiar el seu potencial quant a l'aprenentatge que hi pot tenir lloc (objectiu 1.4) per tal d'aportar noves evidències als beneficis teòricament associats al moviment Maker en educació, específicament des de la perspectiva de les pràctiques científiques i de l'enginyeria.

Pel que fa al Capítol 6, aquest recull els resultats de l'**Estudi 2**, centrat en analitzar el paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering (objectiu 2.1). L'interès d'aquest estudi rau en aportar informació nova que pot contribuir al debat sobre el grau d'intervenció que cal plantejar en espais entesos com a lliures o no estructurats i que caracteritzen el moviment Maker.

A mode de síntesi i per tal de destacar les principals aportacions de la Tesi, el Capítol 7 ofereix un resum de les principals **conclusions i implicacions** de la recerca portada a terme, tant en termes metodològics, útils a tenir en compte en contextos similars on la recerca és encara incipient, com conceptuals en termes de característiques i aprenentatges d'aquests espais Tinkering cada vegada més en voga però mancats encara d'evidències robustes.

Tots aquests capítols es complementen amb un capítol dedicat a les referències bibliogràfiques utilitzades en tota la recerca (Capítol 8) així com un capítol, el Capítol 9, que, a mode de glossari, busca definir i aclarir els termes utilitzats al llarg de la recerca. Finalment, es conclou amb un darrer capítol (Capítol 10) en el que es troben certs Annexos que poden permetre comprendre millor com s'ha portat a terme la recerca.

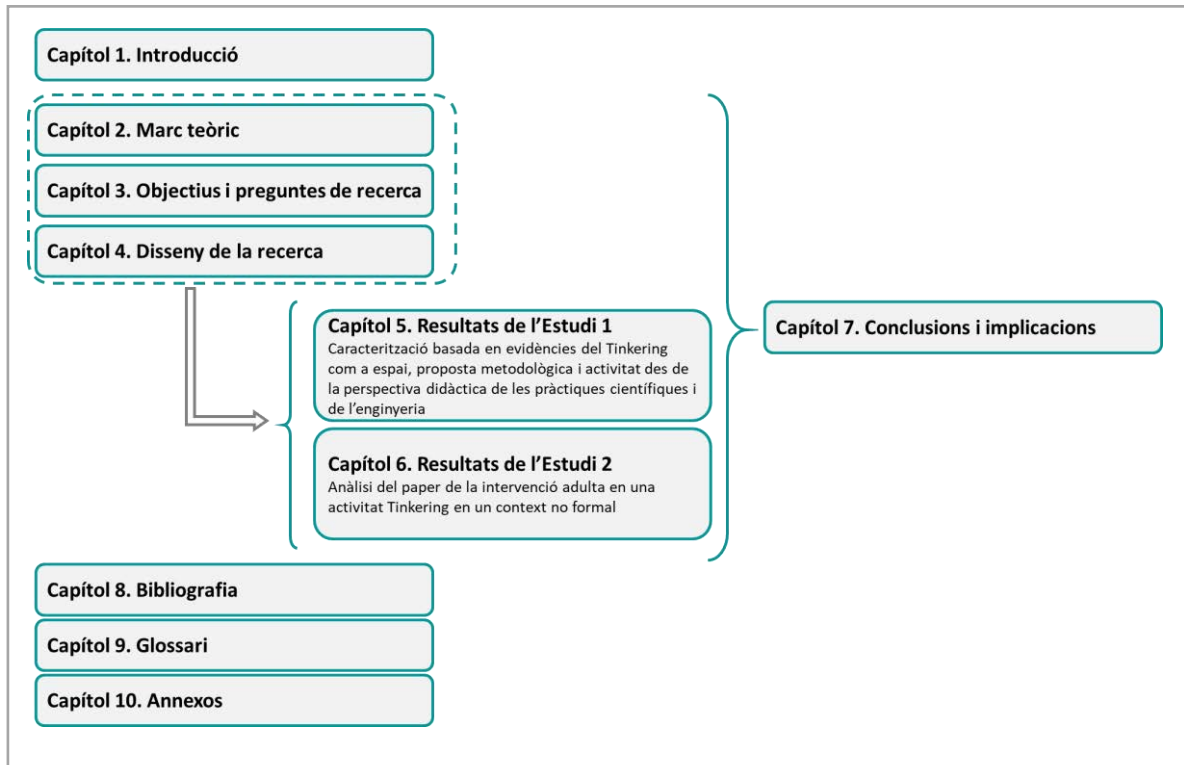


Figura 1. Esquema de la tesi

CAPÍTOL 2.

MARC TEÒRIC

2.1 Introducció al marc teòric

La recerca plantejada en aquesta Tesi presenta certs reptes que fan necessària l'elaboració d'un marc teòric que vagi una mica més enllà d'un marc teòric clàssic, malgrat que actualitzat, de la didàctica de les ciències. La incipient conceptualització de la idea d'educació STEM, l'assimilació del moviment Maker per part del món educatiu o el nou rol que s'està donant als contextos d'educació no formals són, en conjunció amb d'altres dimensions més específiques de la didàctica de les ciències com la idea de pràctiques, alguns dels pilars bàsics a tenir en compte a l'hora de plantejar un marc teòric que serveixi de base per a una recerca com la que s'ha portat a terme en aquesta Tesi.

Definir, però, aquest marc teòric comporta certes dificultats. D'una banda, el caràcter innovador del concepte d'educació STEM resulta en una literatura força escassa i poc profunda al respecte, amb referents tant de dins com de fora de l'àmbit de la didàctica de les ciències. La majoria de literatura existent sol consistir en revisions històriques de l'educació STEM, malgrat que en els darrers anys comencen a sorgir autors i autores que ho aborden des d'una perspectiva més crítica del concepte. Aquesta discussió, però, no sempre es dona a través dels canals acadèmics habituals o, si més no, no es troba encara publicada en els formats acadèmics establerts. Per exemple, algunes de les discussions més interessants que s'han recollit en fer la revisió bibliogràfica sobre el concepte de STEM, i que incloïen una visió crítica des d'una mirada epistèmica de les disciplines, s'han trobat com a publicació de conferències entorn a la idea d'educació STEM (Clarke, 2014; Lehrer, 2016).

El mateix succeeix amb la literatura referent al moviment Maker en l'àmbit educatiu. Donat que, en realitat, el moviment Maker es tracta d'un moviment social sorgit fora de l'àmbit educatiu, la literatura que aborda la idea d'incloure el Making en l'educació és molt limitada i, sovint, es troba fora del circuit habitual dels referents bibliogràfics de l'àmbit de la didàctica. Els autors que aborden la idea d'una educació basada en el moviment Maker són pocs i és comú trobar les mateixes referències en la majoria de publicacions. Alhora, molts dels referents habituals quan es parla de Making en educació els trobem en llibres de divulgació o publicacions vinculades a organitzacions a càrrec de propostes educatives basades en l'educació Maker. Cal reconèixer però que en els darrers quatre anys han estat cada vegada més els autors que han passat a publicar les seves reflexions en formats més acadèmics, fet que demostra també la maduresa que està adquirint aquesta perspectiva Maker en l'àmbit educatiu (p.ex.: (Bevan, 2017; Bevan, Gutwill, Petrich, & Wilkinson, 2015)).

Un altre dels elements clau del marc teòric d'aquesta recerca, el que fa referència als contextos no formals en educació, i en específic per al cas dels museus, és també un àmbit molt jove des del punt de vista de la recerca en didàctica de les ciències (Andre, Durksen, & Volman, 2017; Guisasola, 2013). En aquest sentit, i com passava quant a l'educació STEM o el moviment Maker, són poques les referències existents tot i que, en comparativa, es tracta d'una literatura més consolidada i més recolzada en publicacions de caràcter acadèmic.

En aquest context, el marc teòric que es recull en aquest capítol ha buscat fer una revisió el màxim d'exhaustiva possible, incloent tant les referències més acadèmiques com aquelles presentades en formats alternatius, i presentar-lo de forma resumida per tal d'oferir una visió global sobre els aspectes més innovadors de la recerca. Alhora, s'ha procurat combinar la literatura de diversos àmbits per tal de completar aquesta revisió bibliogràfica: des de la corresponent a l'àmbit de la didàctica fins a d'altres àmbits com el disseny, la psicologia (per temes de creativitat), la filosofia (per temes d'epistemologia de l'enginyeria) i també

publicacions oficials en forma de currículums i estàndards educatius. Finalment, en l'elaboració del marc teòric s'ha perseguit oferir també propostes pròpies basades en la literatura que, buscant completar o matisar algunes de les idees recollides en la mateixa, han resultat en constructes bàsics sobre els que basar la recerca portada a terme.

En concret el marc teòric que es presenta a continuació està dividit en tres apartats. En el primer s'aborda la idea de l'educació STEM com a nou paradigma per a l'educació en l'àmbit de l'educació científica i tecnològica. Més enllà de parlar de la idea d'educació STEM, i de les limitacions i potencialitats de les seves perspectives actuals, en aquest apartat s'aprofundeix en una perspectiva específica que considerem oportuna de tenir en compte a l'hora de concretar en què consisteix l'educació STEM: la idea de pràctiques científiques i de l'enginyeria. Aquesta perspectiva és la que s'ha tingut en compte com a punt de referència a l'hora de valorar, per exemple, els potencials d'aprenentatge dels contextos Tinkering sota estudi. En aquest apartat destaca l'aprofundiment que s'ha fet entorn a la idea de pràctiques de l'enginyeria, reflexionant sobre els punts en comú i diferències amb les pràctiques científiques. Alhora, destaca també la proposta que es fa d'una educació STEM basada en aquesta idea de pràctiques i que busca donar resposta als reptes i mancances identificades en la literatura.

El segon apartat del marc teòric se centra pròpiament en el fenomen d'estudi de la recerca, que pertany al moviment Maker. Partint d'un resum que situa els orígens i característiques d'aquest moviment com a un moviment social que engloba molts àmbits, en aquest segon apartat s'aprofundeix específicament en el rol del moviment Maker en l'àmbit educatiu i, més específicament, pel que fa a les propostes basades en l'anomenada filosofia Tinkering. En concret, la revisió bibliogràfica recull les diferents perspectives existents quant a la definició del Tinkering així com els potencials d'aprenentatge assenyalats per la recerca, essent ambdues d'aquestes dimensions rellevants per a dur a terme els estudis previstos en el si de la recerca.

Finalment, el tercer dels apartats d'aquest marc teòric se centra en l'educació que té lloc en els anomenats contextos no formals, en especial pel que fa als museus per ser el context en el que s'ha portat a terme aquesta recerca. En aquest apartat es parla, no només de les darreres perspectives ofertes per la recerca quant a l'educació en ciències en l'àmbit no formal, sinó que també s'aprofundeix en dos aspectes clau per als estudis 1 i 2 d'aquesta recerca: la rellevància dels entorns d'aprenentatge i el paper de les interaccions adult-nen que tenen lloc en aquests contextos.

2.2 L'educació STEM com a nou paradigma per a l'educació en l'àmbit científic i tecnològic

En els últims anys, l'acrònim STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques per les seves sigles en anglès) ha guanyat protagonisme en l'àmbit educatiu, convertint-se en una prioritat a nivell internacional, marcant el ritme i l'orientació de les més recents polítiques educatives i centrant objectius de recerca en l'àmbit de la didàctica (amb l'aparició de revistes exclusivament dedicades al tema com la *International Journal of STEM Education*).

Sovint es parla d'educació STEM associant-se aquesta amb la promoció de les vocacions científiques i tècniques dels joves, especialment entre els estudiants amb poca representació en aquest àmbit com les noies o l'alumnat de nivell socioeconòmic baix. Existeix, però, una multiplicitat d'interpretacions sobre en què consisteix exactament l'educació STEM (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012; Brown, Brown, Reardon, & Merrill, 2011; Carter, 2013). Aquesta varietat dificulta el poder valorar si l'educació STEM compta amb uns trets característics

que permetin considerar-la un nou paradigma per a l'educació en l'àmbit científic i tecnològic. I és que, tot i que l'educació STEM *“s'utilitza sovint per implicar quelcom innovador i emocionant”* (Kelley & Knowles, 2016, p.2), el cert és que dins de la diversitat de punts de vista que hi fan referència es tendeixen a emfatitzar idees que no són noves en l'educació. La idea de la integració de les disciplines com a eix central de l'educació STEM és sens dubte l'exemple clar d'aquest fet.

En aquest apartat del marc teòric s'ofereix un breu resum històric sobre l'evolució del concepte d'educació STEM que permet interpretar les diverses visions que n'existeixen actualment, lligades principalment a la integració de les diverses disciplines STEM, així com els reptes que presenten les mateixes. Alhora, el marc revisa la perspectiva de pràctica com a element vertebrador d'una proposta concreta per entendre l'educació STEM com una educació amb múltiples enfocaments a tenir en compte i que busca en la clarificació de la complexitat del terme una operativitat que permeti superar els reptes identificats.

2.2.1 De l'educació en els àmbits STEM al concepte d'educació STEM

Originari dels Estats Units, l'acrònim STEM es vincula a l'herència de les reformes educatives sorgides després de la crisi de Sputnik, moment en què EEUU va veure en perill el seu paper com a potència mundial enfront de la llavors Unió Soviètica. En aquest context van tenir lloc iniciatives adreçades a millorar els resultats educatius en els àmbits científics i tecnològics com la creació de la National Science Foundation (1950) o la proclamació de la National Defense Education Act (1958). La idea d'incrementar el nombre de treballadors en ciència i enginyeria amb l'objectiu de millorar la competitivitat econòmica i la seguretat nacional (Surr, Loney, Goldston, Rasmussen, & Anderson, 2016) va portar a la NSF a usar en els anys 90 l'acrònim SMET, precursor de l'actual STEM, per fer referència a les disciplines vinculades a aquests objectius econòmics i militars. Malgrat que les referències a la integració de disciplines com les ciències i les matemàtiques en l'àmbit educatiu data de finals del s.XIX, el cert és que, per a molts, aquesta primera referència de la NSF a la Ciència, les Matemàtiques, la Enginyeria i la Tecnologia és l'origen del que avui coneixem com a educació STEM (Holmlund, Lesseig, & Slavit, 2018). Que inicialment l'acrònim fos SMET no és anecdòtic, com tampoc el canvi posterior a STEM. En el seu moment, l'acrònim pretenia transmetre una jerarquia acadèmica associant el valor de les assignatures a l'ordre en què es van enumerar (Ostler, 2015), amb les ciències i les matemàtiques ubicades en primer terme per indicar que eren les assignatures més importants. Una dècada més tard, la mateixa NSF va proposar un canvi en l'ordre que, segons alguns, va ser degut a la inapropiada sonoritat del terme en anglès però que per a d'altres buscava també destacar la centralitat de l'enginyeria en la conceptualització del terme (Banning & Folkestad, 2012).

Sens dubte, l'interès sorgit fa més de 30 anys per promoure una educació centrada en aquest àmbit STEM s'ha mantingut vigent, i fins i tot ha augmentat, no només als Estats Units, sinó a nivell internacional (Zollman, 2012). De fet, hi ha qui parla actualment de la crisi STEM, fent referència a una situació similar a la viscuda en l'era Sputnik i en la qual els governs, buscant aconseguir una economia més competitiva, veuen la necessitat de millorar els resultats de l'alumnat en les assignatures STEM (Jolly, 2009; H. Wang, Moore, Roehrig, & Park, 2011). Els coneixements, habilitats i capacitats associades amb la pràctica de les disciplines STEM se sol·liciten de forma transversal en gairebé tots els sectors i ocupacions actuals. I no només això, sinó també en el dia a dia dels ciutadans, esdevenint per a alguns una nova alfabetització encara en procés de construcció en quant a la definició de les necessitats personals que es busquen cobrir i les competències ciutadanes que es pretén desenvolupar (Couso, 2017; Martín-Páez,

Aguilera, Javier, & Palacios, 2019; Zollman, 2012). De tot això, el que inicialment va començar sent una preocupació sobre l'educació entorn a cert àmbit, l'STEM, ha acabat convertint-se en un concepte amb entitat pròpia: l'educació STEM.

Aquesta evolució de la idea d'una *educació en els àmbits STEM*, amb una clara orientació propedèutica, cap a una *educació STEM*, que busca també ajudar als futurs ciutadans a fer front a les complexitats de la societat actual, sembla haver influït en les diverses visions que es tenen actualment sobre què és l'educació STEM i quines implicacions pot tenir a l'hora de portar-se a terme. Algunes d'aquestes visions són més properes a la concepció inicial de STEM com a àmbit que requereix un cert nivell de competències en cadascuna de les disciplines que el conformen mentre que d'altres responen a enfocaments que busquen recollir la complexitat dels problemes als que fa front la societat actual. Totes elles, però, es mouen al llarg d'un continu que té en el grau d'integració de les diverses disciplines el seu punt diferencial (Bybee, 2013).

Malgrat la gran diversitat de visions entorn a la integració de les disciplines i la polisèmia d'alguns dels noms donats als graus de la mateixa (Calafell, 2010), una revisió de la literatura permet dividir les visions entorn a la integració en l'educació STEM en quatre de principals d'acord amb els enfocaments d'integració curricular proposats per Drake i Crawford (2004). D'una banda, trobem els enfocaments *multidisciplinaris* que veuen l'educació STEM com una col·lecció de disciplines (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques) (Barakos, Lujan, & Strang, 2012). Des d'aquesta perspectiva, l'alfabetització STEM s'entén com la promoció de l'aprenentatge en cadascuna d'aquestes disciplines. Altres autors consideren que el valor d'encunyar el terme educació STEM recau en una visió *interdisciplinària* d'aquestes disciplines (Sanders, 2009). És a dir, una educació que se centra en la superposició entre les àrees de contingut de STEM, buscant els punts comuns de la mateixa (Slain, 2011). Més enllà en aquest continu d'integració de les disciplines STEM, trobem una tercera visió de l'educació STEM que se centra més en el context d'aprenentatge que en l'aprenentatge disciplinar en si. Es tracta d'una visió *transdisciplinària* de l'educació STEM que, per a alguns autors es caracteritza per plantejar la resolució de problemes del món real mitjançant l'aplicació de competències interdisciplinàries i disciplinàries (Vasquez, 2015) i que dóna molt de pes a les competències transversals (Back, 2016; Drake & Crawford, 2004). Finalment, i per sobre d'aquestes perspectives d'una educació STEM entesa com a una integració disciplinar, hi ha qui assegura que el tret diferencial de l'educació STEM és que aquesta transcendeix la separació entre disciplines. Des d'aquesta perspectiva es proposa l'educació STEM com l'educació d'una meta-disciplina que uneix les disciplines normalment separades usant aplicacions o processos de cadascun per generar el coneixement en general. Sota aquest enfocament *meta-disciplinari*, el contingut específic de cada disciplina no està dividit sinó que és dinàmic i fluid (Merrill & Daugherty, 2009). Seguint amb la idea de polisèmia apuntada abans, cal matisar que, en la literatura, la idea de transdisciplinarietat i metadisciplinarietat, amb la desaparició dels límits entre disciplines com a característica clau, apareixen en alguns casos com a sinònims (Torres, 1998). En la nostra revisió, però, hem preferit separar-les (Figura 2) donat que s'han trobat autors que hi fan menció de forma distinta en la literatura STEM.

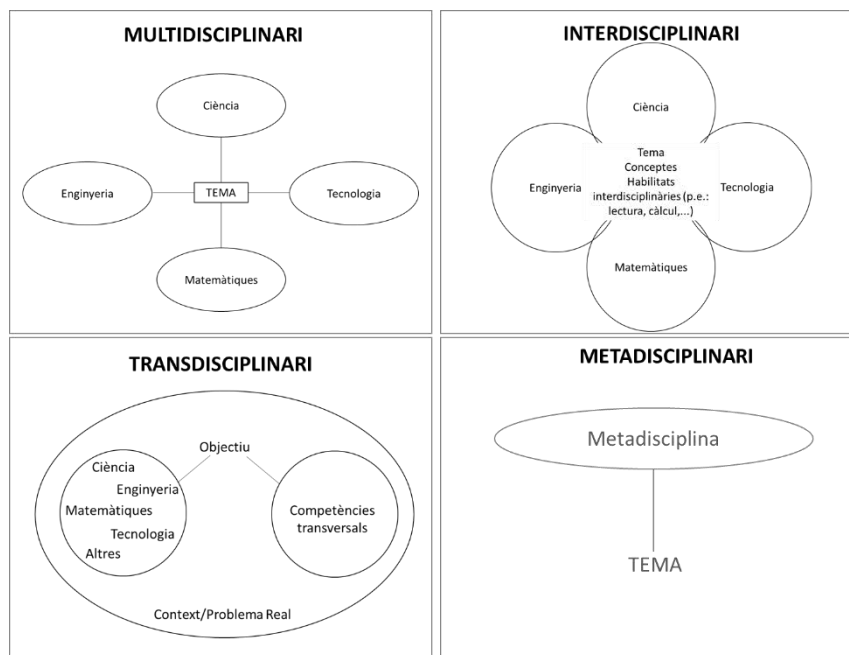


Figura 2. Graus d'integració de les disciplines que sovint s'associen a l'educació STEM (gràfics de Multi, Interdisciplinarietat inspirats en Drake i Crawford (2004), gràfic de transdisciplinarietat inspirat en Slain (2011)

A totes aquestes visions sobre la integració de les diverses disciplines STEM se sumen dos factors que estan tornant encara més complexes les discussions entorn a una educació STEM integrada. D'una banda, la particularització de cadascuna de les disciplines segons els context. En alguns casos, per exemple, la S pot arribar a incloure o no disciplines com la geografia, la medicina o l'economia o disciplines emergents com la nanotecnologia o la biotecnologia (Surr et al., 2016). De l'altra, la recent inclusió de la "A" a l'acrònim STEM, parlant-se cada vegada més d'educació STEAM. Mentre que la majoria de les vegades aquesta A feia referència a les Arts i Humanitats (Robelen, 2011), hi ha qui apunta que inclou en realitat a tota la resta de disciplines no STEM (European Commission, 2015). Sigui com sigui, l'educació STEAM es justifica per alguns en la necessitat d'oferir una educació STEM més equilibrada, millorant la integració de les disciplines STEM (Herro & Quigley, 2016) i fomentant la creativitat i la innovació entre els estudiants (Madden et al., 2013; Quigley & Herro, 2016). Alhora, hi ha qui afirma que l'educació SETAM té com a raó de ser el motivar i atraure aquells estudiants que se solen sentir alienats de l'educació STEM (Koester, 2016). Sens dubte, intercanviabilitat amb la que sovint s'utilitza el terme el terme STEAM com a substitut de STEM en contextos educatius, no ha fet més que sumar complexitat a la ja difícil implementació d'una integració de les diverses disciplines STEM.

Sigui com sigui, malgrat l'interès creixent en la recerca entorn a la integració de les diferents disciplines STEM, el cert és que l'impacte real d'aquesta integració quant a l'aprenentatge de l'alumnat resta encara poc analitzada i resulta encara poc conclouent (English, 2016; Margaret Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014). Davant de resultats contradictoris, que van des d'aquells que asseguren que la integració de les disciplines STEM perseguida per l'educació STEM augmenta l'aprenentatge disciplinar (Henriksen, 2014) i en les competències transversals (Kelley & Knowles, 2016) als que posen en dubte l'efectivitat de la integració STEM per a promoure el rendiment en certes disciplines (Margaret Honey et al., 2014), la nostra perspectiva és que existeixen diversos reptes no resolts quan a l'educació STEM que poden estar tenint una incidència dubtosa en l'esperat impacte d'aquest suposat nou paradigma educatiu.

2.2.2 Principals reptes de les visions actuals de l'educació STEM

La manca de concreció sobre què és l'educació STEM i la cerca de trets diferencials que justifiquin el seu caràcter innovador han portat a que, cada vegada més, aquesta educació s'identifiqui amb els enfocaments més "adisciplinats" comentats anteriorment. Per a molts autors, malgrat que l'educació STEM podria ubicar-se al continu que comença a la integració multidisciplinària (Figura 2), la concepció d'una educació STEM com una educació transdisciplinària o inclús metadisciplinària és l'enfocament ideal per al que, per a alguns, és un nou paradigma de l'educació (An, 2013; Brown et al., 2011; Ejiwale, 2013; Jenlink, 2015; Kennedy & Odell, 2014; Vasquez, 2015) esdevenint una àrea de competència global (Surr et al., 2016).

Aquest protagonisme de les visions que es basen en la desaparició dels límits existents entre les diverses disciplines STEM presenta, sota el nostre parer, certs problemes rellevants des del punt de vista de la didàctica en l'àmbit científic i tecnològic, alguns d'ells evidenciats cada vegada més per la recerca. D'una banda, una concepció metadisciplinària de l'educació STEM pot caure en la indiferència de les especificitats de les disciplines que s'entrecruen (P. Osborne, 2015; Zollman, 2012). Integrar les disciplines STEM implica connectar disciplines que són epistèmicament diferents, disciplines que tenen valors i objectius últims característics (Couso & Simarro, *in press*; Simarro & Couso, 2018). Per tant, concebre l'educació STEM com una educació en la que el contingut específic de cada disciplina no apareix diferenciat (Brown et al., 2011) sembla portar necessàriament a la invisibilització d'aquests trets epistemològics diferencials entre disciplines, resultant en un "guisat epistèmic" (Lehrer, 2016) que difumina les valuoses distincions entre les formes de generar coneixement de les diferents disciplines. Coincidim per tant amb algunes veus crítiques amb la manca de qüestionament sobre l'entitat que s'ha volgut donar a l'acrònim STEM. Tal com destaca Clarke (2014), estem tan acostumats a l'agrupació de temes per als quals STEM és l'acrònim, que és difícil reconèixer la dubtosa integritat epistèmica de la construcció STEM. El mateix autor destaca un aspecte que, per a nosaltres, explica moltes de les mancances que actualment s'identifiquen en l'educació STEM. Segons Clarke, enfocaments altament disciplinaris com el coneixement didàctic del contingut (PCK) entren en tensió amb aquesta idea més laxa de la interconnectivitat entre les disciplines STEM.

Aquestes tensions resulten en dues realitats destacades per la recerca. D'una banda, sovint la denominació STEM donada a iniciatives educatives es redueix a una etiqueta, una espècie de "vernís" (Shaughnessy, 2013), que no porta a un aprenentatge significatiu de les disciplines. És a dir, l'esforç sembla centrar-se més en la integració de les disciplines *per se* que no pas en garantir l'aprenentatge efectiu i profund d'aquestes disciplines. Com crítica Bybee (2013), el terme STEM utilitzat en educació sembla més un eslògan que un moviment amb uns objectius clars a l'hora de ser implementat.

D'altra banda, i probablement per poder donar resposta a aquesta manca d'objectius concrets, moltes de les propostes educatives denominades STEM solen ser en realitat propostes que potencien més una disciplina que la resta (Margaret Honey et al., 2014). Des de la nostra perspectiva, aquest fet no seria un problema si aquesta focalització fos alternada i equitativa entre les diverses disciplines STEM. El problema, però, és que a la pràctica algunes disciplines semblen sortir beneficiades quan es planteja un enfocament STEM de l'educació mentre que d'altres en surten clarament perjudicades (English, 2016). Les matemàtiques, per exemple, són per a alguns autors les grans perdedores de la integració que es fa des d'una perspectiva STEM (Margaret Honey et al., 2014). Existeix, alhora, una pugna "latent" entre les ciències i l'enginyeria. Fins fa poc, parlar d'educació STEM era bàsicament parlar de ciències o, com a molt, de la integració entre ciències i matemàtiques (Bybee, 2013; English, 2016). Aquesta

circumstància ha portat a que alguns autors vegin en el creixent protagonisme de l'educació en tecnologia i/o enginyeria (National Research Council, 2012) la solució per a algunes de les mancances identificades entorn a l'educació STEM i, més concretament, les dificultats del professorat per a integrar les diverses disciplines. Des d'aquesta perspectiva, el procés de disseny en enginyeria es defensa com al context idoni per a situar l'aprenentatge STEM (English & King, 2015; Kelley & Knowles, 2016; Sanders, 2015). En el nostre context, aquesta visió ha anat guanyant terreny i, sovint, l'educació STEM s'utilitza com a sinònim de l'educació en l'àmbit de la tecnologia i l'enginyeria (Simarro & Couso, 2018). Alhora, i donada la limitada interpretació que se sol fer de la T de l'acrònim STEM, relacionant-se exclusivament amb les tecnologies digitals o computacionals (Sanders, 2009), no es tracta d'una educació en enginyeria o tecnologia qualsevol, sinó aquella que se centra en l'ús de tecnologies digitals com les creatives o la robòtica educativa.

Sota el nostre punt de vista, que la discussió sobre les diverses visions STEM s'hagi centrat principalment en el grau d'integració de les diverses disciplines com a tret diferencial de l'educació STEM, ha fet desaparèixer de l'equació variables que són molt rellevants des del punt de vista de la didàctica (Testa, Lombardi, Monroy, & Sassi, 2015). Coincidim amb English (2016, p.1) quan afirma que *"necessitem més estudis sobre com els resultats d'aprenentatge dels estudiants sorgeixen no només de les diferents formes d'integració STEM sinó també de les disciplines en particular que s'estan integrant"*. En aquest sentit, considerem que les noves perspectives educatives que estan guanyant terreny en l'àmbit de la didàctica de les ciències, com la idea de pràctiques científiques, poden donar un matís a certes dimensions de l'educació STEM facilitant-ne així una definició més operativa que permeti solucionar alguns dels reptes identificats fins al moment.

2.2.3 Una altra forma d'entendre l'educació STEM: la participació en les pràctiques científiques i de l'enginyeria

El nostre coneixement i posicionament quant a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències beu de la tradició de l'Activitat Científica Escolar (Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo, Espinet, García, Pujol, & Sanmartí, 1999) que té com a objectiu promoure, de manera integrada, unes formes de *fer, parlar i pensar* la ciència a l'escola per tal de poder-se utilitzar en la vida quotidiana. Aquesta perspectiva d'alfabetització científica per a tots planteja una "ciència escolar" que és significativa per a l'alumnat i que busca, no només abordar els conceptes disciplinaris, entesos com a grans idees o famílies de models de la ciència (Couso, 2015; Izquierdo, 2005), sinó també l'activitat creativa que suposen les ciències (Izquierdo, 2014). En aquest sentit, aquest marc és coherent des d'un punt de vista epistemològic amb la nostra visió de la ciència com a activitat humana intencional i de caràcter teòric que busca donar sentit als fenòmens i intervenir en el món, i ressona amb la nostra perspectiva socio-constructivista de l'aprenentatge, que dóna importància a l'activitat social i cognitivo-discursiva a l'aula (Hennessy, 1993 citada per Garrido, 2016).

Aquesta forma d'entendre com ha de ser la ciència que s'ensenyava a l'escola encaixa amb el moment de replantejament en el que es troba la didàctica de les ciències (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007; Grandy & Duschl, 2007) i la importància que des de la mateixa s'està donant a la idea d'entendre l'ensenyament i aprenentatge de la ciència escolar com a participació en les seves pràctiques, inspirades en les pràctiques específiques i consensuades per la comunitat professional científica (J. Osborne, 2014). Des d'aquesta perspectiva, conèixer, entendre i saber aplicar les formes de fer, pensar i parlar de la ciència, no només es considera tan rellevant com els continguts conceptuals i procedimentals de la ciència, sinó que es revela

indispensable per a assolir aquests continguts. En parlar de pràctiques (i no d'habilitats) es va una mica més enllà del que s'havia proposat amb marcs tan centrals fins al moment com el de l'aprenentatge basat en la indagació. D'una banda, s'emfatitza el fet que participar en la recerca científica requereix no només certes habilitats, sinó també un cert coneixement que pot ser específic per a cada pràctica. Alhora, es busca incidir en la complexitat d'aquestes pràctiques, que no són procediments ni tècniques, destacant-ne el seu caràcter cognitiu, social i discursiu. Finalment, en la idea de pràctica, es busca una connotació que promogui la participació dels i de les estudiants vivint en primera persona aquestes pràctiques (National Research Council, 2012). Per tant, la idea de pràctica és molt potent des del punt de vista de la didàctica ja que esdevé un contingut clau i, alhora, pot ser un marc metodològic molt efectiu. L'ús de les pràctiques científiques com a marc metodològic o enfocament didàctic es recolza en la idea de que aquest tipus de contingut tan profund (que inclou coneixements conceptuals, però també procedimentals i epistèmics) només es pot aprendre participant d'aquestes pràctiques (Duschl & Grandy, 2012; Garrido, 2016; Michaels, Shouse, & Schweingruber, 2008).

La nova manera d'entendre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències suposa un canvi d'enfocament dels productes cap als processos de la ciència, en estreta relació (Adúriz-Bravo, 2008; Duschl & Grandy, 2008; Jiménez-Aleixandre, 2014) emfatitzant-se així la dimensió epistèmica de l'ensenyament de les ciències (Duschl, 2008). En aquest context, les mancances que identificàvem prèviament des d'un punt de vista epistemològic en les propostes d'integració de les disciplines STEM guanyen pes i obren encara més l'interrogant respecte a com ha de ser una educació STEM efectiva si atenem a les darreres perspectives de la didàctica de les ciències. Buscant contribuir a donar resposta a aquesta situació, a continuació aprofundim en aquesta idea de pràctiques per a dues de les disciplines STEM: la ciència i l'enginyeria. En discutim les diferències i les semblances per tal de plantejar un enfocament per a l'educació STEM que busca emfatitzar i preservar aquesta visió més epistèmica que està tenint la didàctica.

2.2.3.1 Les pràctiques científiques en la didàctica de les ciències

Partint de la identificació de la ciència com un conjunt de pràctiques que es poden classificar en tres tipus de processos o dimensions (*modelització*, *indagació* i *argumentació*) que es relacionen de manera bidireccional entre el món teòric (models) i el món real (dades) (Duschl & Grandy, 2012; J. Osborne, 2014), l'interès de la didàctica de les ciències per adoptar la idea de pràctiques científiques s'ha materialitzat en propostes curriculars concretes que inclouen aquestes pràctiques, no només com a contingut, sinó també com a marc metodològic per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències.

Un exemple el trobem en el nou marc curricular dels Estats Units (National Research Council, 2012) que planteja la idea de pràctiques científiques com un dels seus tres eixos, juntament amb les idees centrals de la ciència (*core ideas*), basat en la proposta de Harlen (2010), i els conceptes transversals de l'àmbit científic i tècnic (*crosscutting concepts*). Aquest enfocament ressona plenament amb la idea d'ensenyament competencial en el que es basen marcs d'avaluació com PISA (OECD, 2013) i lliga amb la idea que tenim d'una educació competencial en la que el coneixement conceptual, el coneixement procedimental i el coneixement epistèmic es consideren imprescindibles per a l'alfabetització científica (Garrido, 2016; Garrido & Simarro, 2014). En concret, en aquest marc de la NRC es presenten vuit pràctiques que, aprofundint en les tres dimensions de l'activitat científica presentades anteriorment (modelització, indagació i argumentació), es consideren essencials per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències:

- *Formulació de preguntes*
L'activitat científica comença amb una pregunta sobre un fenomen, buscant desenvolupar teories que puguin proporcionar respostes explicatives a aquestes preguntes.
- *Desenvolupament i ús de models*
La ciència sovint implica la construcció i l'ús d'una àmplia varietat de models per ajudar a desenvolupar explicacions sobre fenòmens naturals.
Els models permeten anar més enllà dels observables i imaginar un món que encara no s'ha vist, permetent fer prediccions que serveixen per provar hipotètiques explicacions
- *Planificació i realització d'investigacions*
Una pràctica important de la ciència és planificar i realitzar investigacions sistemàtiques, el que requereix la identificació de quines variables s'han de tenir en compte i quina relació s'ha d'establir entre elles (control de variables). Les observacions i les dades obtingudes així s'utilitzen per provar les teories i explicacions existents o per revisar i desenvolupar-ne de noves.
- *Anàlisi i interpretació de dades*
Les investigacions científiques produeixen dades que s'han d'analitzar per obtenir-ne el significat. Com que les dades solen no parlar per si mateixes, s'acostumen a utilitzar mecanismes de representació que permeten identificar característiques i patrons destacables entre les dades.
- *Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional*
En ciències, les matemàtiques i la computació són eines fonamentals per representar les variables físiques i les seves relacions. S'utilitzen per a una sèrie de tasques, com ara la construcció de simulacions, l'anàlisi estadística de dades i el reconeixement, expressió i aplicació de relacions quantitatives.
- *Construcció d'explicacions*
L'objectiu de la ciència és la construcció de models i teories que puguin proporcionar interpretacions explicatives de les característiques del món. L'objectiu per als estudiants és construir explicacions lògicament coherents sobre fenòmens que incorporin la seva comprensió actual de la ciència i que siguin consistents amb les proves disponibles.
- *Construcció d'arguments en base a proves*
Per a la ciència, el raonament i l'argumentació són essencials per identificar les fortaleses i debilitats d'una línia de raonament i per trobar la millor explicació per a un fenomen natural. Aquesta argumentació requereix, entre d'altres, formular proves basades en una sòlida base de dades, examinar la seva pròpia comprensió a la llum d'aquestes proves i dels comentaris que ofereixen els altres i col·laborar amb d'altres a la recerca de la millor explicació del fenomen que s'està investigant.
- *Obtenció, avaluació i comunicació d'informació*
Una pràctica important de la ciència és la comunicació d'idees i els resultats de la investigació per tal de presentar les pròpies conclusions o per tal de conèixer les troballes d'altres.

Aquestes vuit pràctiques són complementàries entre elles i no s'han de veure com una seqüència lineal de passes a seguir en l'ordre que es presenten. És a dir, es busca oferir una imatge més real de la ciència, com a procés complex i divers, lluny de la imatge comunament suggerida per la idea d'un "mètode científic" únic.

Des de la perspectiva socio-constructivista comentada anteriorment, qualsevol proposta que plantegi la integració de les disciplines STEM, i que tingui com a objectiu l'aprenentatge de les ciències des d'un enfocament competencial, ha de promoure, conjuntament amb els continguts clau i els conceptes transversals, l'aprenentatge i desenvolupament d'aquestes vuit pràctiques científiques.

2.2.3.2 Les pràctiques de l'enginyeria en la didàctica de l'enginyeria

Paral·lelament a aquest èmfasi en la idea de pràctiques, la didàctica en l'àmbit científicotecnològic s'ha immers en una discussió quant al paper de l'enginyeria i la seva relació amb les ciències. Partint d'uns enfocaments inicials basats en una interdependència total entre ambdues disciplines, al llarg dels anys han estat diverses les consideracions en relació a fins a quin punt ambdues podien ser abordades a l'aula de forma unificada. Crítiques a la qualitat dels currículums que buscaven integrar les dues disciplines i la defensa d'un tractament diferenciat de les assignatures de ciències i la tecnologia (o enginyeria) (Beven & Raudebaugh, 2004; Testa et al., 2015), han resultat en diversos intents per emfatitzar el paper de l'educació en tecnologia o enginyeria. Per exemple, mentre que en el primer marc de PISA (OCDE, 2007) les competències en tecnologia recollides al document DeSeCo (OECD, 2005) van desaparèixer, el darrer marc en l'àmbit científic torna a emfatitzar el paper de l'educació en tecnologia (OECD, 2016). En aquest sentit, en els darrers anys s'han anat desenvolupant currículums com el de la International Technology Education Association (ITEA) que aborden idees com l'alfabetització en tecnologia (Bybee, 2011; ITEA, 2007).

Abans de continuar desenvolupant la idea de pràctiques en el marc de l'educació en enginyeria, creiem oportú destacar que, sovint, els termes *tecnologia* i *enginyeria* s'utilitzen indistintament. Des d'àmbits com la filosofia, però, existeix la discussió entorn a si enginyeria i tecnologia són el mateix, si una d'elles engloba a l'altra (existint posicionaments en un o altre sentit) o si simplement tenen alguns punts d'intersecció (Krupczak et al., 2012; Norström, 2014; Smit, 2016). Sense entrar a discutir en profunditat cadascuna d'aquestes visions, el nostre posicionament és que la tecnologia és el producte de l'activitat que porten a terme els enginyers i les enginyeres, és a dir, el producte de la pràctica de l'enginyeria. En aquest sentit, entenem els referents a l'alfabetització tecnològica o la denominació "de tecnologia" d'alguns currículums com una perspectiva de l'educació bàsicament centrada en els productes del procés de l'enginyeria (les tecnologies). Aquesta distinció no es dona en les ciències perquè el producte de les pràctiques científiques es denomina també ciència, però el paral·lisme és clar (Figura 3). Per tant, nosaltres ens referirem a educació en enginyeria tant per fer referència a aquella educació en la que es treballin els productes (tecnologia) com els processos (pràctica) de l'enginyeria, malgrat que en molts contextos se sol parlar d'educació en tecnologia (el nostre currículum seria un exemple d'aquest fet) (Bagiati et al., 2015).

El paper cada vegada més rellevant del nou concepte d'educació en enginyeria segueix una trajectòria paral·lela a l'evolució del concepte d'educació STEM: a mida que ha anat guanyant pes la idea d'una educació que integri coneixements en ciències i matemàtiques amb coneixements en enginyeria i tecnologia, la didàctica s'ha anat interessant per aquests darrers àmbits. D'una banda, algunes veus crítiques han denunciat una falta de concordança entre la crida per tenir més i millor enginyers i enginyeres i la poca presència de l'educació en enginyeria en l'educació obligatòria, en especial pel que fa a primària i els primers cursos de secundària (Bagiati et al., 2015; Lucas, Hanson, & Claxton, 2014). Alhora, hi ha qui afirma que l'educació en enginyeria pot millorar l'aprenentatge de l'alumnat en ciències i matemàtiques (proporcionant, per exemple, un context en què provar el coneixement científic i aplicar-lo a problemes pràctics);

augmentar el coneixement sobre què és l'enginyeria i el treball dels enginyers; incrementar l'alfabetització tecnològica de l'alumnat; i estimular l'interès dels joves per continuar amb l'enginyeria com a carrera professional. Inclús, tornant a la idea d'educació STEM i la integració de les disciplines que en formen part, hi ha qui creu que l'educació en enginyeria pot actuar com a catalitzador per a una educació STEM més interconnectada (Katehi, Pearson, & Feder, 2009; King & English, 2016; National Research Council, 2012).

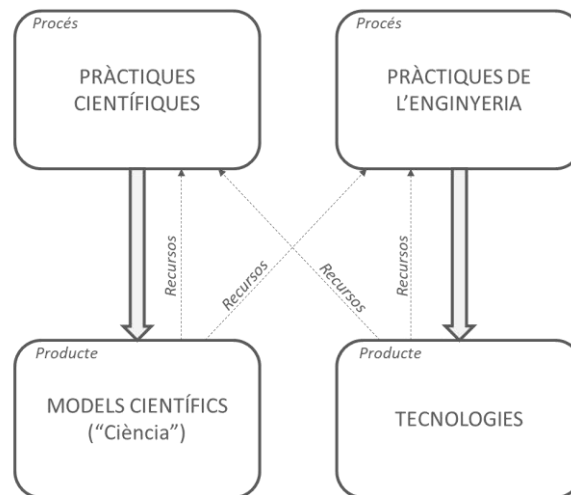


Figura 3. Pràctiques i productes de la ciència i l'enginyeria
Des de la nostra perspectiva, la tecnologia és el producte de les pràctiques de l'enginyeria de la mateixa forma que els models científics són el producte de les pràctiques científiques. Ambdós productes serveixen com a recursos per a portar a terme cadascuna d'aquestes pràctiques.

Tot i que rellevants, aquestes motivacions i beneficis potencials menystenen en certa manera, des de la nostra perspectiva, la veritable raó de ser d'aquesta educació en enginyeria. Per exemple, aquesta perspectiva de l'enginyeria com a context es fonamenta bàsicament en una idea de l'educació centrada en els continguts conceptuals (productes) de l'enginyeria com a disciplina. Marcs com els de la Ciència, Tecnologia i Societat (Franssen, Lokhorst, & van de Poel, 2018) es basen precisament en aquesta perspectiva, en què la rellevància es dona al producte de les pràctiques de l'enginyeria (tecnologia) i no al seu procés, emfatitzant-se, això sí, la connexió amb d'altres disciplines. Per a nosaltres, però, la clau està en l'interès per reflectir la importància d'entendre, i intervenir-hi de manera informada, no només el món natural al nostre voltant sinó també el món construït per l'ésser humà. Tal com afirma Izquierdo (2014), la societat actual espera de les ciències una solució als problemes complexos que afronten la humanitat o el planeta, per a la qual cosa s'uneixen la ciència i la tecnologia. Les ciències actuals passen a ser doncs tecnociències i així és com, segons l'autora, caldria plantejar-les a l'escola. Sota el nostre punt de vista, això requereix tenir clar què vol dir fer ciència i què vol dir fer enginyeria, els seus punts de connexió, i alhora, els seus objectius, rangs d'aplicació i maneres de fer diferencials. En aquest sentit, i reprenent la idea de la relació entre el món teòric i el món real en el que es situen els processos que configuren les pràctiques científiques, la Figura 4 evidencia que les pràctiques científiques i les de l'enginyeria presenten alguna diferència quant a la relació entre el món abstracte o de les idees i el món tangible o real. Mentre que les primeres intervenen en el món des de la idea de fenòmens, entesos com a un constructe fet per la ciència sobre el món real que en delimita l'abast, les segones se centren en la intervenció entorn als

objectes que poden intervenir d'una manera o altra en aquests fenòmens o en el món real, per extensió. Ambdues, però, hi intervenen des del món de les idees. Amb aquest esquema volem emfatitzar el fet que, tant la ciència com l'enginyeria intervenen en el nostre entorn, desmitificant la idea de que la primera ho fa només des del món de les idees i la segona des del món dels tangibles (tecnologies), però també la idea de que les pràctiques que configuren aquestes disciplines han de tenir les seves particularitats per tal d'intervenir tant en el món de les idees com en el món dels tangibles.

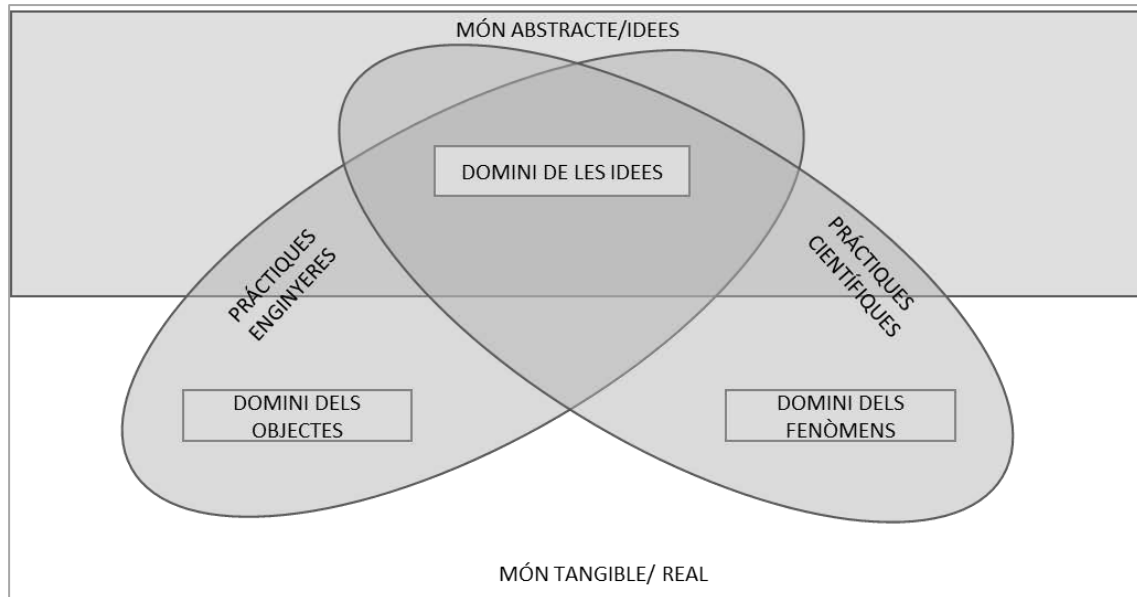


Figura 4. Pràctiques científiques i de l'enginyeria i la seva relació amb el món de les idees i dels tangibles.

Per tant, de la mateixa forma com argumentàvem la importància d'integrar la idea de pràctiques científiques en l'educació científica i en aquest afany per aclarir les maneres de fer diferencials entre ciència i enginyeria, cal parlar de pràctiques de l'enginyeria en parlar d'educació en enginyeria. En un primer intent d'especificar quines són aquestes pràctiques que cal promoure i ensenyar a l'aula, el marc proposat en el citat nou currículum dels Estats Units (National Research Council, 2012) inclou, en paral·lel amb les pràctiques científiques abans presentades, una llista de les vuit pràctiques de l'enginyeria:

- **Definició de problemes**
L'activitat d'enginyeria comença amb un problema, necessitat o desig que suggereix un problema d'enginyeria que necessita ser resolt. Els enginyers i les enginyeres fan preguntes per definir un problema, determinen criteris per a una solució reeixida i identifiquen les restriccions.
- **Desenvolupament i ús de models**
L'enginyeria fa ús de models i simulacions per analitzar els sistemes existents i veure on es poden produir errors, reconèixer els punts forts i les limitacions dels seus dissenys o provar possibles solucions a un nou problema.
- **Planificació i realització d'investigacions**
Els enginyers utilitzen les investigacions tant per obtenir dades imprescindibles per especificar criteris o paràmetres de disseny com per provar els propis dissenys en diverses condicions. Igual que els científics, els enginyers han d'identificar variables rellevants, decidir com es mesuraran i recollir dades per a l'anàlisi.

- *Anàlisi i interpretació de dades*
Els enginyers analitzen les dades recollides en les proves dels seus dissenys i de les seves investigacions; això els permet comparar diferents solucions i determinar el rendiment de cadascuna d'elles amb criteris de disseny específics, és a dir, quin disseny resol millor el problema dins de les restriccions donades. Igual que els científics, els enginyers requereixen una sèrie d'eines per identificar els principals patrons i interpretar els resultats.
- *Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional*
En enginyeria, les representacions matemàtiques i computacionals de les relacions i principis establerts són una part integral del disseny. D'altra banda, les simulacions de dissenys proporcionen un banc de proves eficaç per al desenvolupament de dissenys i la seva millora.
- *Disseny de solucions*
El disseny d'enginyeria, un procés sistemàtic per resoldre problemes de l'enginyeria, es basa en coneixements científics i models del món material.
Cada solució proposada resulta d'un procés d'equilibri entre criteris competius de funcions desitjades, viabilitat tecnològica, cost, seguretat, estètica i el compliment dels requisits legals. Normalment no hi ha cap solució única, sinó una sèrie de solucions. L'elecció de la solució òptima depèn dels criteris utilitzats per fer les avaluacions corresponents.
- *Construcció d'arguments en base a proves*
En enginyeria, el raonament i l'argument són essencials per trobar la millor solució possible a un problema. Els enginyers col·laboren amb els seus companys durant tot el procés de disseny, amb la selecció de la solució més prometedora entre un camp d'idees competidores com a etapa crítica. Els enginyers utilitzen mètodes sistemàtics per comparar alternatives, argumentar a partir de proves per defensar les seves conclusions, avaluar críticament les idees dels altres i revisar els seus dissenys per aconseguir la millor solució al problema abordat.
- *Obtenció, avaluació i comunicació d'informació*
Per tal de poder produir noves tecnologies o millorar les ja existents, els enginyers han de poder comunicar els avantatges dels seus dissenys amb claredat i alhora han de poder interpretar i avaluar la informació oferta pels seus companys enginyers.

Per a nosaltres, tot i que suposa un primer acostament a la idea de pràctiques d'enginyeria, aquesta llista ens sembla una proposta massa dependent de la llista plantejada per a les pràctiques científiques, conformada a imatge d'aquestes últimes. Aquest desequilibri s'evidencia també en aquest marc amb les idees centrals (productes) de l'enginyeria: mentre que, en el cas de les ciències, es llista fins a un total d'onze idees clau en ciències, amb les seves corresponents subidees clau, en el cas de l'enginyeria només se'n llisten dues, essent la primera una idea molt propera a la idea de pràctica (disseny d'enginyeria) i la segona la interrelació entre la enginyeria, la tecnologia, la ciència i la societat.

Respecte a les pràctiques de l'enginyeria, coincidim amb alguns autors com Cunningham i Carlsen (2014) en el fet que aquesta diferenciació tan subtil no recull les diferències epistèmiques entre ambdues disciplines i no reflecteixen certs valors de l'enginyeria destacats com a essencials i, alhora, diferenciadors vers altres disciplines. Sorprenentment, si es fa una lectura complerta del marc en qüestió, aquestes diferències si que s'hi veuen reflectides. Per exemple, en parlar de models, el marc introdueix la idea de prototip com a element clau en l'enginyeria. Des d'aquesta perspectiva, hom pot valorar el diferent rol que té la idea de model

en ambdues disciplines: per a la ciència, es tracta d'un element clau i forma part del producte final de la seva pràctica, mentre que en l'enginyeria, es tracta d'una eina per a poder provar una versió simplificada de la solució abans de la seva versió definitiva. Alhora, també s'emfatitza la importància que té l'optimització en l'enginyeria, destacant-se l'existència de múltiples solucions a un mateix problema i la selecció d'una d'elles en base a un equilibri entre les restriccions i especificacions definides en cada cas. En contraposició, la ciència busca sempre la solució més senzilla i explicativa, essent l'objectiu de la ciència trobar una única teoria coherent i completa per a una sèrie de fenòmens relacionats. Aquest fet implica diferències també a nivell de l'argumentació portada a terme per científics i enginyers: mentre que en el primer cas l'argumentació busca descartar les possibles explicacions alternatives en base a múltiples proves, en el segon el que es busca principalment és justificar l'elecció feta, avaluant els dissenys prospectius i produint el disseny més eficaç per complir amb les especificacions i les restriccions (National Research Council, 2012). No estem d'acord doncs amb autors com Bybee (2011) que afirmen que amb l'excepció dels seus objectius, les pràctiques de ciència i enginyeria són paral·leles i complementàries, sinó que considerem que caldria fer una proposta en què les diferències epistèmiques hi quedessin reflectides.

D'altres propostes curriculars, incloent el nostre context, també han buscat fer plantejaments específics per a l'enginyeria (CESIRE-Aulatec, n.d.; Dorie, Cardella, & Svarovski, 2014; English & King, 2015; Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, 2016; NASA, 2007; Next Generation Science Standards, 2013; University of Colorado, n.d.). Malgrat ésser molt similars a la proposta de pràctiques recollides en el marc de la NRC (2012), en algunes d'elles s'inclouen o es destaquen elements que, com veurem més endavant, poden identificar-se com a més específics de les pràctiques de l'enginyeria. Tot i que en algunes d'aquestes propostes es presenta un mètode *pas a pas* (com passa amb la idea de mètode científic), considerem interessant fer-ne una comparativa per a identificar les semblances i diferències amb un marc de les pràctiques de l'enginyeria que considerem excessivament dependents de la proposta per a les pràctiques científiques. La Taula 1 ofereix un resum d'aquesta comparativa.

Taula 1. Comparació de la idea de pràctica d'enginyeria en diversos currículums

| A Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012) | Ingenuity in Action: Connecting Tinkering to Engineering Design Processes (Wang et al., 2013) (adaptació de Museum of Science, Boston's Engineering is Elementary design process) | NASA Design Challenge (NASA, 2007) (entre parèntesi, actualització 2018) | Teaching Engineering www.teachengineering.org | STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace (English & King, 2015) (adaptació de Dorie, Cardella and Navoa (2014)) | Next Generation Science Standards (NGSS) www.nextgenscience.org | Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework (Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, 2016) | Procés tecnològic (font: CESIRE-Aulatec) | |
|--|--|---|---|--|--|--|--|---------------------|
| Definició de problemes | Pas 1: Identificar | Pas 1: Identificar el Problema (Preguntar) | Preguntar: Identificar Necessitats i Restriccions | Delimitació del Problema (entendre els límits d'un problema) | Definició i delimitació de problemes d'enginyeria | Identificar un problema o una necessitat | Identificació de la necessitat | |
| | | Pas 2: Identificar Criteris i Restriccions (Preguntar) | Investigar el problema | | | Investigar | Anàlisi de les condicions | |
| | | Pas 3: Pluja d'idees de possibles solucions (Imaginar) | Imaginar: Desenvolupar solucions | Generació d'idees (Pluja d'idees i Planificació) | | | Investigació: recerca d'informació i opcions | |
| Disseny de solucions | Pas 2: Pluja d'idees | Pas 4: Generar Idees (Planificar) | Planificar: Seleccionar Solucions Prometedores | | Disseny de solucions a problemes d'enginyeria | Dissenyar | Trobar possibles solucions | |
| | | Pas 5: Explorar Possibilitats (Planificar) | | | | | Selecció de la millor solució possible | |
| | | Pas 6: Seleccionar un enfocament (Planificar) | | | | | Fer-ne el disseny | |
| Desenvolupar i utilitzar models | Pas 3: Construir | Pas 7: Construir un Model o un Prototip (Crear) | Crear: Construir un Prototip | Desenvolupar i Construir (Desenvolupar Models) | | Prototipar | Realització d'una maqueta | |
| Planificació i realització d'investigacions | Pas 4: Provar, Refinar i Comunicar | | Provar i Avaluar Prototips | Avaluació del Disseny (encaix amb les restriccions) | Optimitzar la solució de disseny | Provar i avaluar | Provar i valorar el disseny | |
| Anàlisi i interpretació de dades | | Pas 8: Refinar el Disseny (Provar i Millorar) | Millorar: Redissenyar segons Necessitats | Redisseny (Redesenvolupament del disseny) | | Proporcionar feedback | Construcció | |
| Construcció d'arguments en base a proves | | | | | | | | |
| Obtenció, avaluació i comunicació d'informació | | | | | | | Comunicar, explicar i compartir | Redactar la memòria |
| Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional | | | | | | | | |

Buscant plantejar una proposta més completa d'aquestes pràctiques de l'enginyeria trobem necessari aprofundir en la idea de naturalesa de l'enginyeria (NOE) o de la tecnologia (NOT). Si bé és cert, que, en comparació, la consistència de la filosofia de l'enginyeria o la tecnologia en és menor que la de la ciència (Karatas, Micklos, & Bodner, 2011) i que encara no existeix un consens real sobre alguns aspectes importants de la NOT (Testa et al., 2015), a la literatura trobem certes idees que ens poden ajudar a completar una conceptualització de la naturalesa de l'enginyeria útils per a matisar la proposta de la NRC sobre les pràctiques de l'enginyeria. En primer terme, coincidim amb Sinclair (1993, p. 360) quan afirma que “(...) *la diferència essencial entre la ciència i l'enginyeria (...) rau en els objectius de les seves respectives activitats*”. Mentre la ciència es focalitza principalment en construir explicacions per al món natural basades en proves, l'objectiu principal de l'enginyeria és la intervenció en aquest món per tal de construir de solucions òptimes a problemes diversos. És a dir, tal com alguns autors apunten, l'objecte de coneixement de l'enginyeria són els artefactes creats per l'home, el seu estudi en termes funcionals i la seva construcció (Boon, 2006; Bunge, 2017; Franssen et al., 2018; Hansson, 2007, 2015; National Research Council, 2012; Sharp, 1991), sempre amb criteris d'*optimització*.

En el seu article en relació a les visions de l'alumnat de primària sobre la naturalesa de l'enginyeria, Karatas i col·legues (2011) ofereixen un extensiu resum d'altres elements característics de l'enginyeria en contrast amb la ciència. D'una banda es destaca el fet que els productes de l'enginyeria són provisionals. Aquesta naturalesa temptativa coincideix amb el cas de les ciències, però sota el nostre parer per motius diferents: en el primer cas, els resultats es modifiquen en canviar-se les restriccions dels problemes o en aparèixer noves tecnologies, mentre que en el segon, es modifiquen en aparèixer noves proves. Aquests productes inclouen el disseny d'artefactes, sistemes i processos que busquen donar resposta a un problema o una necessitat i, per tant, impliquen accions iteratives de resolució de problemes. Tal com destaquen altres autors, l'enginyeria es preocupa per crear alguna cosa nova, que no ha existit abans, i aquest fet representa un problema que cal resoldre (Sharp, 1991). Per fer-ho, els enginyers depenen de les teories científiques i matemàtiques existents, així com dels fracassos i èxits en l'àmbit. Karatas i col·legues destaquen també el fet que els productes de l'enginyeria estan afectats per les normes culturals i les necessitats de la societat, que són fruit d'un procés de col·laboració. Emfatitzen a més el fet que els resultats de l'enginyeria requereixen, per a la seva consecució, de la creativitat, la imaginació i la capacitat d'integrar diferents valors i teories científics, matemàtics i socials de manera innovadora i que són el resultat d'un esforç humà que requereix un pensament analític per simplificar els problemes complexos. Finalment es destaca l'enfocament holístic donat als productes de l'enginyeria, plantejant-se com un sistema obert que requereix considerar tots els aspectes i perspectives no només dels artefactes i els usuaris, sinó també els seus efectes sobre el medi ambient, els individus i la societat i la cultura. Com apunta Hansson (2007), sovint a l'enginyeria es treballa amb conceptes carregats de valor com “*user-friendly*”, *respectuós amb el medi ambient* o *risc*.

Precisament aquesta idea de *pensament holístic o sistèmic*, és també un dels elements destacats per altres autors. Per exemple, en el seu estudi sobre l'abast i la naturalesa dels esforços per ensenyar enginyeria als estudiants de primària i secundària encarregat per la National Academy of Engineering (NAE) i la Junta d'Educació Científica del Centre d'Educació de la National Research Council (NRC), Katehi i col·legues (2009) inclouen el pensament sistèmic com un dels “*hàbits mentals*” de l'enginyeria a desenvolupar entre l'alumnat, conjuntament amb la creativitat, optimisme, col·laboració, comunicació i l'atenció a les consideracions ètiques. Per pensament sistèmic es fa referència a la capacitat de l'alumnat per reconèixer les interconnexions essencials

en el món tecnològic i tenir en compte que els sistemes poden tenir efectes inesperats que no es poden predir a partir del comportament dels subsistemes individuals. Desafortunadament, malgrat el creixent valor donat a aquesta manera de pensar sistèmica per fer front als problemes tecnològics cada vegada més complexos, la realitat és que existeixen pocs plans educatius que ho prenguin en consideració (Greene & Papalambros, 2016).

Seguint amb la idea d'hàbits mentals de l'enginyeria, trobem molt interessant la proposta feta per la Royal Academy of Engineering del Regne Unit (Lucas et al., 2014), que inclou, a més d'aquesta idea de pensament sistèmic, idees com la *visualització* com a element clau de les pràctiques de l'enginyeria, entenent aquesta com la capacitat per passar d'allò abstracte a allò concret, és a dir, com materialitzar o concretar una idea per arribar a una solució pràctica. Des del nostre punt de vista, aquesta visualització és una diferència molt important entre ciència i enginyeria. Tal com afirma Boon (2006), mentre que per a la primera, el coneixement teòric és un objectiu principal de l'activitat científica, per a l'enginyeria aquest coneixement teòric no deixa de ser una eina útil per a optimitzar la funció i l'estructura dels sistemes tecnològics. Altres autors destaquen aquesta idea de l'enginyeria com un procés que va des de la concepció fins a la realització d'una idea i apunten a que els processos de l'enginyeria tenen lloc en els espais de creació (abast i generació), d'avaluació (valoració de solucions alternatives i selecció) i de realització (donant vida a les idees) (Dym, Agogino, Eris, Frey, & Leifer, 2005).

Centrant-se en la validació dels resultats de cada disciplina ens sembla interessant destacar els criteris de qualitat o normes epistèmiques, com denomina Boon (2006), per a la ciència i per a l'enginyeria. En el cas de la ciència, i tenint en compte el tipus de resultat esperat, s'apunta a la universalitat, la consistència teòrica, la coherència, la simplicitat, l'adequació empírica i l'aprovació per part de la comunitat científica de les explicacions proposades com els criteris que fan que una explicació científica sigui considerada bona. En canvi, en el cas de l'enginyeria és l'aplicabilitat, la fiabilitat l'eficàcia i l'eficiència el que fa que l'èxit pràctic de la solució tècnica sigui aprovat per part de la comunitat de l'enginyeria. De forma similar, la NRC (2012) apunta que desenvolupar les descripcions teòriques consistents i coherents entre sí constitueix un èxit per si mateix, independentment de si té una aplicació pràctica immediata. En canvi, en el cas de l'enginyeria, l'èxit es mesura pel grau en què una necessitat humana ha estat resposta. Finalment, Hansson (2007) destaca diverses diferències entre la ciència i l'enginyeria, moltes d'elles coincidents amb l'apuntat per alguns dels autors citats més amunt. Entre elles destaca la idea de que, en enginyeria, hi ha menys lloc per a la idealització que amb les ciències. Estretament lligat amb la idea de visualització ja comentada, des d'aquesta imatge de l'enginyeria i de la ciència es destaca el fet que, en el cas de la ciència, alguns experiments es porten a terme en condicions ideals per tal d'arribar als models teòrics desitjats mentre que, en el segon cas, aquestes idealitzacions no són possibles doncs es busca arribar a solucions factibles i aplicables en les condicions reals. Alhora, l'autor apunta també a certes diferències quant a l'ús de les matemàtiques, afirmant que, en el cas de l'enginyeria, les aproximacions són suficients per a dur a terme les seves tasques mentre que, en ciències, una solució analítica és sempre preferible.

A mode de recull en la Taula 2 resumim, des d'un punt epistèmic, els principals elements característics de l'enginyeria segons els autors citats, destacant-ne les diferències respecte a la ciència. Per fer-ho, s'han agrupat aquestes característiques seguint una proposta basada en Family Resemblance Approach (FRA) to NOS de Erduran i Dagher (2014) (Couso & Simarro, *in press*).

Taula 2. Comparació d'elements característics de la ciència i de l'enginyeria

| | | Ciència | Enginyeria |
|--------------------------------------|--|--|---|
| OBJECTIU | Principal propòsit de la disciplina | Construir explicacions "fiables" dels fenòmens naturals | Construir solucions òptimes fetes per humans |
| Esferes de l'Activitat | Espais en què els professionals de la disciplina realitzen les seves pràctiques | Investigació, argumentació i modelització | Prova, argumentació i creació |
| Formes del Coneixement | Tipus de productes generats per les activitats disciplinàries que donen resposta a l'objectiu de la disciplina | Teories, lleis, models... | Tecnologies, processos,... |
| Valors i Criteris de Qualitat | Objectius epistèmics | Precisió, objectivitat, universalitat, consistència teòrica, coherència, senzillesa, adequació empírica, validesa i fiabilitat | Èxit pràctic d'una solució tècnica: aplicabilitat, eficàcia i eficiència |
| Normes Metodològiques | Normes que guien les accions de la disciplina | La hipòtesi ha de ser comprovable (teòricament o amb experiments reals). Ha d'haver una convergència de la varietat d'evidències que recolzen una afirmació. | Les solucions han de ser testables (no hi ha espai per a la idealització). Les solucions han de ser comparables en termes d'aplicabilitat, eficiència i eficàcia. |
| Mètodes | Tècniques utilitzades per la disciplina que permeten seguir les normes metodològiques per tal de dur a terme pràctiques específiques | Control de variables, disseny experimental, anàlisi estadística, ... | Control de variables, disseny experimental, anàlisi estadística, ... |
| Ethos | Normes que orienten el treball dels professionals i la seva interacció amb d'altres | Integritat de la investigació, preocupacions ètiques sobre dades i aplicacions humanes, consciència ambiental, ... | Integritat professional, preocupacions ètiques sobre l'experiència de l'usuari i l'impacte en el disseny, la sostenibilitat de la producció, ... |
| Pràctiques | Pràctiques cognitives que donen lloc al coneixement esperat | Formulació de preguntes científiques, planificació i realització d'investigacions, construcció d'explicacions, ... | Definició de problemes de l'enginyeria, planificació i desenvolupament de proves, disseny de solucions,... |
| Coneixement | Productes conceptuals de l'activitat disciplinar | Idees científiques bàsiques, com ara la idea de la matèria feta de parts o de l'evolució dels éssers vius | Idees d'enginyeria bàsica, com ara la idea de màquines per reduir l'esforç humà o els engranatges per transferir el moviment |

Com a resultat d'aquesta revisió, tant de la perspectiva epistèmica de l'enginyeria i de la ciència, com de les propostes curriculars que aborden en certa mesura la idea de pràctiques de l'enginyeria, fem una proposta que es basa en les vuit pràctiques d'enginyeria del marc de la NRC però que busca incloure o emfatitzar alguns dels elements clau que, sota el nostre punt de vista, han de quedar recollits en la idea de pràctiques de l'enginyeria (Taula 3). En aquesta proposta es destaca, per exemple, la necessitat de *delimitar* els problemes, és a dir, establir quines són les restriccions a tenir en compte a l'hora de pensar les possibles solucions. Alhora, també es matisen algunes de les paraules emprades de forma comuna per a les pràctiques científiques i les de l'enginyeria. D'una banda, pel que fa als models, s'ha buscat evitar la confusió amb la idea de model científic doncs considerem que els models emprats en enginyeria (per provar les possibles solucions i buscar punts de millora) difereixen molt de la idea dels models científics. Així, es proposa parlar de *prototips i simulacions*, seguint algunes de les propostes curriculars presentades anteriorment. D'altra banda, també s'ha intentat evitar l'ús de la paraula investigació (inquiry) donada la rellevància que té aquest concepte per a la didàctica de les ciències. Com a alternativa, es parla de *proves*, amb una connotació més de testeig que d'investigació en el sentit científic. Per últim, i buscant emfatitzar la idea d'*optimització*, tant rellevant per a l'enginyeria, s'ha matisat l'anàlisi de dades amb la identificació de *punts de millora*, prenent en consideració la necessitat de respondre a les restriccions identificades en delimitar el problema.

Pel que fa a la idea de disseny de solucions, les pràctiques proposades per la NRC presenten, sota el nostre punt de vista, un problema de fons, aplicable també a les pràctiques científiques. I és que, sota el nostre parer, la idea de disseny de solucions (per a l'enginyeria) o de construcció d'explicacions (per a la ciència) resulta una pràctica massa genèrica i, de fet, és en el fons l'objectiu de cada disciplina (veure Taula 2). Buscant oferir una alternativa que reculli alguns dels aspectes clau destacats per a l'enginyeria, en la nostra proposta hem plantejat la idea d'*identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica)*, entenent que, en l'enginyeria, les solucions no són mai úniques i que, només la consideració de les restriccions plantejades en la delimitació del problema (i des d'una perspectiva holística com la que es comentava anteriorment), s'acaba triant una solució a considerar i per la qual apostar amb, per exemple, la realització dels prototips i les proves abans esmentats. De forma similar, i pel que fa a la pràctica d'ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, la nostra proposta afegeix dues idees que serien també útils per a les pràctiques científiques: l'ús dels models científics i de les tecnologies disponibles. Seguint l'aproximació que plantejàvem anteriorment (Figura 3), tant el resultat de l'activitat científica com el de l'activitat de l'enginyera serveixen com a recursos per a portar a terme cadascuna de les respectives pràctiques.

Adicionalment, la nostra proposta inclou una novena pràctica, no inclosa en la llista de la NRC, però que sí s'inclou en algunes de les propostes curriculars i que té a veure amb la idea de no idealització en l'enginyeria: la *materialització* de les solucions. Aquesta materialització no se centra només en la construcció en sí de les solucions (portar-ho a la vida, que diuen alguns autors) sinó també en aterrar les idees teòriques sobre les solucions plantejades de nou tenint en compte les restriccions de la problemàtica abordada (p.ex.: amb els materials a l'abast per tenir un baix impacte mediambiental o econòmic). Finalment, en la nostra proposta, s'han mantingut les pràctiques de construcció d'arguments en base a proves i d'obtenció, avaluació i comunicació d'informació, doncs no s'ha considerat necessari fer-ne cap aclariment o matís pel que fa a l'enginyeria.

Taula 3. Proposta d'actualització de les pràctiques d'enginyeria recollides al currículum dels Estats Units (NRC,2012)

| Proposta NRC 2012 | Alternativa | Justificació |
|---|---|---|
| <i>Definició de problemes</i> | Definició i delimitació de problemes de l'enginyeria | La idea de delimitació inclou el concepte de pensament sistèmic doncs s'acota l'abast i permet definir les restriccions i els criteris d'èxit. La definició del problema no és "banal". Tal com es diu en l'enciclopèdia de filosofia de Stanford "molts d'aquests problemes (als que dona resposta l'enginyeria) són problemes mal definits, la qual cosa significa que no queda gens clar quin és el problema i quina solució donaria resposta al mateix". Aquí s'inclouria per exemple la idea de "accepció d'Investigació" que es diu en l'NRC especificar criteris o paràmetres de disseny. |
| <i>Desenvolupament i ús de models</i> | Desenvolupament i ús de prototips i simulacions | S'inclou la idea de prototip com a "petita escala" de la solució real (el model pot ser més teòric, no tan fidedigne a la versió final esperada,...) i de simulació com a virtualització de la simulació. Alhora s'evita utilitzar la paraula model per a no confondre amb la idea de model de ciències. |
| <i>Planificació i realització d'investigacions</i> | Planificació i realització de proves | Es substitueix la idea d'investigació per prova o test, per tal de diferenciar la investigació que es fa en ciències (amb les seves pròpies característiques) del tipus de proves d'usabilitat, de resistència, etc. que es fan en enginyeria |
| <i>Anàlisi i interpretació de dades</i> | Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora | La clau és el "refinament" que es fa de la solució plantejada en base a les proves (inclou optimització) |
| <i>Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional</i> | Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles | El matís que es fa també es podria fer per a les ciències. Està clar que l'enginyeria es basa en les tecnologies disponibles igual que la ciència es basa en el coneixement científic vigent. Però també passa a la inversa: l'enginyeria es basa en els models científics vigents i la ciència utilitza les tecnologies disponibles per avançar. |
| <i>Disseny de solucions</i> | Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica) | La idea de disseny de solució és massa molt genèric. La clau d'aquesta pràctica és que en l'enginyeria és crítica la identificació de múltiples solucions (incloent les ja existents) i, sobretot, la selecció de la solució òptima (teòrica). Això inclou la idea de "visualització" (allò que és factible en les condicions i restriccions donades). |

| | | |
|---|--|---|
| --- | Materialització de la solució | Seguint amb el que proposaven Dym i col·legues, una part molt important és la realització de les solucions, quan ho portem al món real. Aquesta pràctica inclouria definir recursos que s'utilitzaran, dimensionar,... i implementar construir seguint el que s'hagi definit com a solució teòrica. |
| <i>Construcció d'arguments en base a proves</i> | <i>Construcció d'arguments en base als resultats de les proves</i> | --- |
| <i>Obtenció, avaluació i comunicació d'informació</i> | <i>Obtenció, avaluació i comunicació d'informació</i> | --- |

Finalment, i malgrat quedar fora de l'abast de la present tesi, pel que fa a una possible revisió dels continguts clau de l'enginyeria proposats per la NRC, no s'ha trobat cap proposta que sembli respondre a la filosofia de les "grans idees" de ciències (Harlen, 2010). Des d'aquesta perspectiva, les idees clau s'entenen com aquelles idees que tenen el potencial d'explicar una gran quantitat de fenòmens diferents, oferint una coherència entre elles i permetent el seu desenvolupament al llarg de l'escolaritat (Couso, 2015; Garrido, 2016; Sanmartí, 2002). Tal com apuntàvem abans, en el marc dels nous standards dels Estats Units, l'enginyeria compta només amb tres grans idees que, com apunten Cunningham i Carlsen (2014), sonen més a activitats o pràctiques que no pas a conceptes, principis o teories. Es parla, per exemple, de la relació amb la ciència o de la pròpia pràctica d'enginyeria (engineering design). En canvi, per a les ciències, si que es recullen aquestes grans idees o idees centrals, representant les diferents formes que tenim per interpretar el món natural. Caldria, doncs, tenir també unes formes concretes de mirar el món creat per l'home per tal de poder parlar d'idees centrals de l'enginyeria. Malgrat que aquesta dimensió d'idees clau queda fora de l'abast de la present recerca, en un primer intent d'apuntar cap a quines poden ser aquestes idees centrals s'ha fet una revisió de diversos currículums actuals de tecnologia a Catalunya (Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament, 2015, 2017) i als Estats Units (ITEA, 2007) destacant-se alguns punts en comú. Aquesta primera proposta, molt preliminar i que requeria més desenvolupament i recerca, es recull a continuació (Taula 4):

Taula 4. Proposta d'agrupació de les idees clau de l'enginyeria.

| Dept. Enseny. Primària | Dept. Enseny. Secundària | ITEA | Proposta | |
|---|---|---|--|--|
| | | Naturalesa de la Tecnologia | Naturalesa de l'enginyeria | Naturalesa de l'Enginyeria |
| Tecnologia i societat (relació, evolució històrica, impacte en vida i treball...) | Ecosistema i activitat humana | Tecnologia i societat | | Tecnologia i societat |
| | Procés tecnològic/Disseny i construcció d'objectes | Disseny (entendre i aplicar el disseny) | | Procés tecnològic (pràctica de l'enginyeria) |
| | Desenvolupament de projectes Tecnològics/Organització del Treball | | | Com és un/a enginyer/a? |
| Màquines simples i funció: eix roda, politja, pla inclinat, engranatges... | Màquines i mecanismes | | Coneixement i explotació de les tecnologies | Màquines i mecanismes |
| Eines | Processos i transformacions tecnològiques a la vida quotidiana | Tecnologies de fabricació | | Eines i processos de fabricació |
| Robòtica | Llenguatge de programació/Programació d'aplicacions | | | Sistemes amb un cert grau d'autonomia (robòtica, control i automatització) |
| | Control i automatització | | | |

| | | | | |
|------------------------|---|--|---|--|
| | Manteniment tecnològic. Seguretat, eficiència i sostenibilitat. | Utilitzar i mantenir productes i sistemes tecnològics // Avaluar l'impacte de productes i sistemes | | Ús (crític) i manteniment de les tecnologies |
| Materials i reciclatge | Materials | | Explotació dels recursos naturals | Materials i reciclatge |
| Fonts/tipus d'energia | | Tecnologies de l'energia | | Fonts i tipus d'energia |
| Circuits elèctrics | Electricitat | | | Ús de l'electricitat |
| | Pneumàtica i hidràulica | | | Pneumàtica i hidràulica |
| | Estructures | Tecnologies de construcció | Principals aplicacions social de les tecnologies | Estructures i tecnologies de construcció |
| | Habitatge | | | Habitatge |
| | | Tecnologies de transport | | Mitjans de transport |
| | | Construction technologies | | Habitatge |
| | Sistemes operatius/ Creació multimèdia/Infor mació digital | | | TICs |
| | Comunicacions/Di spositius de comunicació i xarxes | Tecnologies de la informació i de la comunicació | | |
| | | Tecnologies mèdiques | | Tecnologies mèdiques |
| | | Tecnologies d'agricultura/ Biotecnologies | | Tecnologies d'agricultura/Biotecnologies |

2.2.3.3 Una educació STEM polièdrica

Tal com hem argumentat anteriorment, que les discussions entorn a l'educació STEM s'hagin centrat principalment en el nivell d'integració de les diverses disciplines ha ocultat en certa manera alguns problemes de fons que requereixen de discussió si es vol avançar en la conceptualització de la idea d'educació STEM. En aquest sentit, alguns autors coincideixen en destacar la manca d'objectius clars de l'educació STEM, referint-se a la idea d'alfabetització STEM com allò que tothom vol aconseguir però que pocs han arribat a establir clarament (Couso, 2017; J. Williams, 2011; Zollman, 2012). Com apunta Williams (2011) la idea d'una alfabetització STEM com a resultat educatiu pot ser problemàtica ja que, malgrat que l'alfabetització en cadascun dels àmbits que configuren l'educació STEM està àmpliament investigada i definida, una amalgama d'aquestes alfabetitzacions no ha estat ben desenvolupada ni posada a prova. En un article recent, Couso (2017) fa un intent per definir aquesta alfabetització:

“Estar alfabetitzat en STEM és ser capaç d'identificar i aplicar, tant els coneixements clau com les formes de fer, pensar, parlar i sentir de la ciència, l'enginyeria i la matemàtica, de forma més o menys integrada, per tal de comprendre, decidir i/o actuar davant de problemes complexos i per a construir solucions creatives i innovadores, tot aprofitant les sinergies personals i les tecnologies disponibles, i de forma crítica, reflexiva i amb valors.” (p.24)

Amb aquest objectiu d'alfabetització, l'educació STEM es presenta doncs com aquella que planteja a tot l'alumnat, des d'una perspectiva d'equitat, uns reptes autèntics i socialment rellevants que poden ser abordats de la forma més integrada possible i amb valors per les ciències, l'enginyeria i les matemàtiques, i que comporten el desenvolupament de les anomenades competències del s. XXI (creativitat, col·laboració, comunicació i pensament crític, si considerem les més àmpliament consensuades i referenciades) fent servir les tecnologies oportunes alhora que ofereixen una imatge real, propera i assolible dels àmbits professionals STEM.

Com veiem, des d'aquesta perspectiva es recull la idea de pràctica que discutíem en anteriors apartats (aquestes “formes de fer, pensar, parlar i sentir” de cada disciplina) alhora que s'emfatitza també la rellevància dels continguts i coneixements conceptuals clau de cada àmbit. Addicionalment, també es posa l'accent en les anomenades competències transversals o del s. XXI, com la creativitat o el pensament crític. Des d'aquesta perspectiva, i malgrat que en la definició es parla d'un cert nivell d'integració, es fa difícil pensar en una educació STEM com una educació exclusivament trans o meta disciplinar. D'una banda, malgrat que es podrien trobar certs punts en comú tal i com es planteja des de les perspectives de interdisciplinarietat, els continguts conceptuals clau de cada disciplina són particulars. D'altra banda, i com ja hem argumentat anteriorment, la idea de pràctica es basa en una perspectiva epistèmica idiosincràtica de cada disciplina que queda lluny de les propostes trans i metadisciplinars. Només en el cas de les competències transversal, podríem pensar en un enfocament més transdisciplinar, però no seria particular de l'educació STEM. La nostra perspectiva és que, sovint, la idea d'educació STEM s'ha vist influenciada per una visió limitada sobre la mateixa, centrant-se només en alguns dels elements mencionats (continguts conceptuals, pràctiques i competències transversals), el que explicaria les tensions i reptes destacats anteriorment.

En la Figura 5 es resumeixen les mancances que comporta una focalització només en un dels elements que configurarien la idea d'alfabetització STEM segons la proposta de Couso. D'una banda, una educació STEM centrada només en els continguts conceptuals, és a dir, en els

productes de les pràctiques STEM s'allunya de la idea de participació en l'activitat científica i de la visió epistèmica que, des de la didàctica, es busca donar a l'ensenyament i aprenentatge de les diverses disciplines STEM. De l'altra, una focalització en les competències transversals com a nexa d'unió entre les disciplines STEM resulta en una educació STEM supèrflua en la que les disciplines STEM passen a un segon pla. Finalment, una educació STEM centrada en les pràctiques resulta en un desconnexió entre disciplines i dificulta qualsevol intent de buscar la integració entre les mateixes. Cal, per tant, promoure una educació STEM que tingui com a objectiu el desenvolupament equilibrat d'aquests tres continguts.

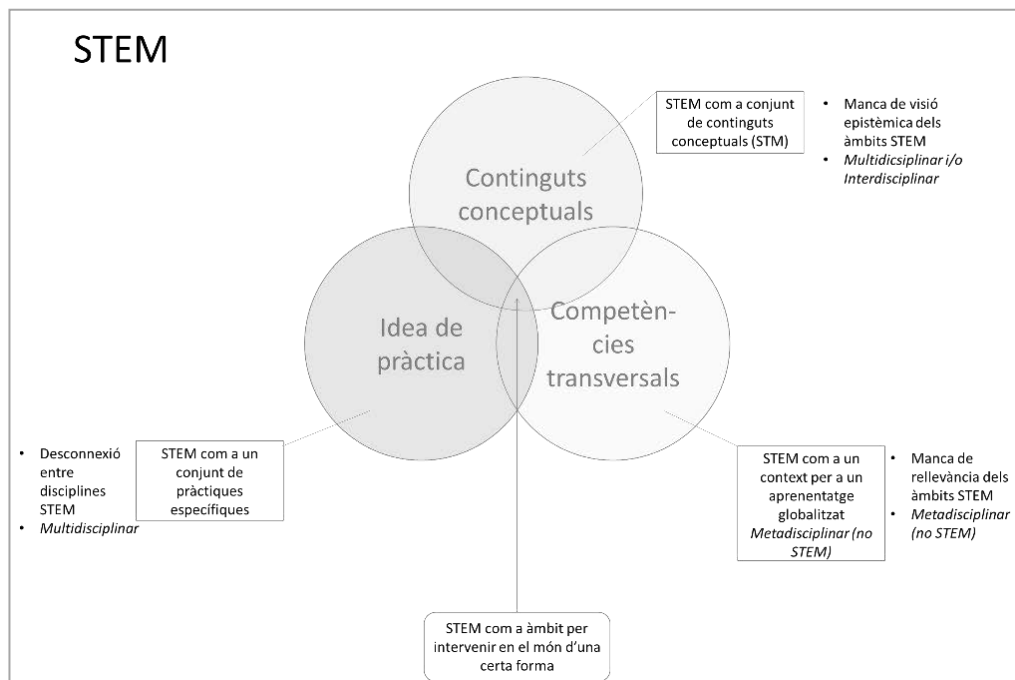


Figura 5. Elements rellevants de l'educació STEM tenint en compte la proposta d'alfabetització STEM que proposa Couso (2017)

Al mateix temps, alguns autors, defensen la necessitat de preservar la distinció de les formes de generar coneixement de cada disciplina però apunten també a la possibilitat de trobar ponts entre les disciplines, tot i que no s'acaba de concretar quins serien aquests ponts més enllà de les ja comentades competències transversals i el solapament de certs continguts conceptuals (English, 2016; Lehrer, 2016). En aquest sentit, malgrat la rellevància que li donem a la idea de pràctica i, per tant, a la necessitat treballar amb l'alumnat les característiques específiques de les formes de fer, pensar i parlar de cada disciplina, considerem que existeixen certs conceptes que sí que poden tenir un enfocament trans-meta disciplinar, almenys pel que fa a la ciència i l'enginyeria. Ens referim a la idea de "crosscutting" concepts o continguts transversals, entesos com aquells conceptes que "superen els límits disciplinaris, tenint un valor explicatiu en gran part de la ciència i de l'enginyeria" (National Research Council, 2012, p.83). Aquesta idea de conceptes transversals no és nova, sinó que recull l'herència de propostes com la d'idees metadisciplinàries que Guidoni (1985) (citada a Izquierdo, 2005) va proposar entre les diferents disciplines científiques o la idea de conceptes i processos unificadors present en molts dels currículums que han portat als actuals estàndards de la NRC (Duschl, 2012).

Fugint de les discussions sobre una visió única de la integració de les disciplines STEM i recollint aquells elements que per a nosaltres són crucials per assolir una alfabetització STEM, la nostra

proposta per superar les tensions i donar resposta als reptes identificats és veure l'educació STEM com un "híbrid" entre diverses formes d'integració dels elements definitoris de les disciplines que cal treballar amb l'alumnat (Taula 5). La clau és entendre que cadascun d'aquests elements té una naturalesa diferent que fa que, en alguns casos, sigui possible ser abordat des d'una mirada transdisciplinària STEM (com és el cas dels crosscutting concepts o les competències transversals) mentre que, en d'altres, requereix indiscutiblement un enfocament multidisciplinari (per tractar les pràctiques de cada disciplina o certs continguts conceptuals). A l'hora de portar-ho a l'aula, doncs, cal tenir clar quin o quins objectius d'aprenentatge es tenen en ment (pràctiques, continguts conceptuals, continguts transversals o competències del s.XXI) i evitar tensions innecessàries a l'hora de buscar una integració que no és possible.

Taula 5. L'educació STEM entesa com l'educació en un àmbit amb diversos elements clau de naturalesa molt diversa

| Element | Integració de les disciplines | Exemple |
|---------------------------------------|---|---|
| Pràctiques | Multidisciplinari | Per exemple, reconèixer que per a saber per què un vaixell qualsevol sura ens cal aprofundir en la pràctica científica de modelitzar la flotació, però que per a construir un vaixell en concret o testejar quins suren millor allò més adient serà seguir les fases del procés tecnològic (pràctica de l'enginyeria) (Couso, 2017) |
| Idees clau | Multidisciplinari o interdisciplinari (si existeixen solapaments) | Interdisciplinari: entendre el fenomen de l'electromagnetisme (ciències) vs. conèixer com s'utilitza per a generar, transportar i adequar l'electricitat que ens arriba a casa (enginyeria/tecnologia) |
| Cross cutting concept | Transdisciplinari | |
| Competències transversals o del s.XXI | Transdisciplinari | |

A mode de resum podem concloure que, per a nosaltres, una educació STEM reeixida no serà aquella que assoleix un major grau d'integració de les disciplines sinó aquella que planteja a tot l'alumnat, des d'una perspectiva d'equitat, uns reptes autèntics i socialment rellevants que poden ser abordats de la forma més integrada possible per les ciències, l'enginyeria i les matemàtiques, i que comporten el desenvolupament de les denominades competències del s.XXI (creativitat, col·laboració, comunicació i pensament crític) fent servir les tecnologies oportunes alhora que ofereixen una imatge real, propera i assolible dels àmbits professionals STEM (Simarro & Couso, 2018). Fer-ho, requerirà desenvolupar unes pràctiques de forma multidisciplinària, construir uns continguts conceptuals de forma multi o interdisciplinària i emprar els conceptes transversals de forma transdisciplinària (Figura 6).

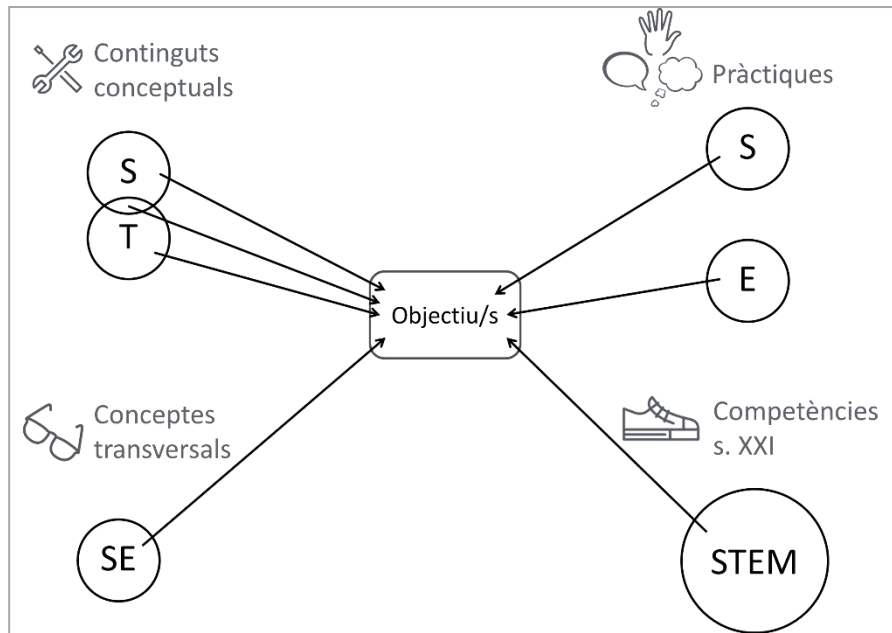


Figura 6. Múltiples nivells d'integració de les disciplines (en concret de la ciència i de l'enginyeria) segons si pensem en els continguts conceptuals, les pràctiques i els conceptes transversals de les disciplines

2.3 El paper del moviment Maker o Making en l'educació STEM

El moviment maker o Making ha estat un dels moviments populars amb major expansió en la darrera dècada (L. Martin, 2015), essent a més cada cop més acceptat per la comunitat educativa com a eina per abordar els nous enfocaments de l'educació STEM que potencien la participació en pràctiques científiques i de l'enginyeria (Marshall & Harron, 2018; Vossoughi & Bevan, 2014). Sens dubte, el Making és cada vegada més omnipresent en les innovacions vinculades a l'educació científica i tècnica, donant lloc a espais Maker tant dins com fora de les aules, projectes educatius centrats en tecnologies digitals i d'altres iniciatives relacionades amb experiències de creació com el Tinkering, una subcategoria del Making que es caracteritza per una forma més creativa i improvisada de resoldre problemes. Donada la centralitat per a la nostra recerca del moviment Maker, en aquesta secció del marc teòric s'aprofundeix en el moviment Maker i en el seu paper en l'educació STEM, en especial en el cas concret del Tinkering.

2.3.1 La irrupció del moviment Maker en la societat

El s.XXI es caracteritza pel pas a una nova societat post-Industrial o del coneixement en la qual es revelen necessàries noves habilitats. En un context en què el canvi -i no l'estabilitat- és un fet, assistim a una revolució social en què, des de la política fins a la participació activa de la ciutadania en temes de recerca i desenvolupament (com s'emfatitza, per exemple, en el marc de la Recerca i Innovació Responsables-RRI (European Commission, 2012)), s'evidencia una cultura del "fes-t'ho tu mateix" (DIY per les sigles en anglès) que està transcendent l'esfera personal. La ràpida evolució de les tecnologies de fabricació digital (les anomenades tecnologies creatives) que permeten noves maneres de produir i que expliquen, en part, la nova revolució industrial que vivim, ha fet possible que tothom pugui crear i compartir coses (ja sigui en el món digital o en el físic) de forma fàcil i econòmica. Les persones senten la necessitat de crear i personalitzar els seus propis productes i no només de consumir productes fabricats en sèrie (Blikstein, 2013; Resnick & Rosenbaum, 2013), ja sigui en l'àmbit de les arts (llibres, música,...)

com de les STEM sorgint així noves formes de produir, molt més personalitzades. És el que alguns anomenen com la cultura de *prosumers*² (Project Zero, 2015) que evidencia una "democratització" del disseny o la innovació (Blikstein, 2013; Von Hippel, 2005) i que per a molts ha trobat en el "fenomen Maker" la seva màxima expressió (Chu, Quek, Bhangaonkar, Ging, & Sridharamurthy, 2015).

Sens dubte, el moviment Maker ha esdevingut un dels fenòmens socials amb major expansió en els darrers deu anys (L. Martin, 2015; Vossoughi & Bevan, 2014) tal com evidencia l'existència arreu del món de nombrosos espais Maker -espais informals destinats a la producció creativa en els àmbits de les arts, la ciència i l'enginyeria-. En son exemple els Ateneus de Fabricació, els Living Labs, Think tanks, Desing Hubs, Fabriques digitals, etc. Aquest moviment es defineix com un moviment en què persones amb diversos perfils, edats i interessos s'involucren en el disseny creatiu, la construcció i/o la personalització d'objectes, artefactes i altres constructes amb un objectiu lúdic o utilitari, tot barrejant tecnologies digitals i físiques i assolint resultats de vegades inesperats (Bevan, 2017; Chu et al., 2015; Resnick & Rosenbaum, 2013; Sheridan et al., 2014). Com avançàvem abans, una de les forteses del moviment Maker és que per a molts ha resultat ser una forma efectiva de democratitzar l'accés als mitjans que poden permetre inventar i produir nous artefactes i productes. Existeixen, però, certes crítiques a aquest moviment. D'una banda, són cada vegada més les veus que adverteixen que els espais makers estan fets pensant en un perfil molt específic de persona, principalment homes blancs amb interessos molt concrets (Buechley, 2013; Halverson & Sheridan, 2014). De l'altra, també es critica l'estreta relació entre el making i els interessos de certes indústries, com ara les empreses d'impressió 3D (Vossoughi & Bevan, 2014).

En el seu *The Maker Movement Manifesto*, Hatch (2013) afirma que les activitats making tenen nou característiques principals: fer, compartir, donar, aprendre, utilitzar eines, jugar, participar, donar suport i canviar. En aquest sentit, hom pot pensar que aquest moviment no deixa de ser una actualització de hobbies de tota la vida i d'oficis tals com la fusteria o la costura. Per entendre l'auge d'aquest moviment cal considerar aspectes tecnològics i culturals. D'una banda, la ràpida evolució de les tecnologies de fabricació digital les ha fet cada vegada millors i més accessibles, permetent a tothom crear i compartir coses (digitalment o física) de forma fàcil i econòmica (Blikstein, 2013; Zagalo & Branco, 2015). Per a molts, la diferència entre els makers actuals i els inventors o creadors d'èpoques anteriors rau principalment en l'ús d'aquestes eines digitals així com en unes normes comunes de disseny i una cultura de col·laboració en línia que busquen facilitar l'intercanvi entre la comunitat i la iteració ràpida de les creacions, promovent així la co-creació (Bowler & Champagne, 2016; Britton, 2012). Alhora, i encara quant a la vessant de les tecnologies digitals, hi ha qui veu en la construcció d'objectes físics la característica que diferencia el moviment Maker d'altres revolucions computacionals o d'internet (Halverson & Sheridan, 2014).

D'altra banda, el moviment Maker es recolza en un canvi cultural més ampli cap a un enfocament de la vida, el del "fes-t'ho tu mateix" (DIY), que convida a intervenir en l'entorn per tal de promoure-hi canvis (Blikstein, 2013; Chu et al., 2015; Resnick & Rosenbaum, 2013). Des d'aquesta perspectiva, i més enllà del paper central de les tecnologies, per a alguns autors la

² Prosumers = productors + consumers

rellevància del moviment maker no recau tant en l'ús d'aquestes eines i la fabricació digital com en l'existència d'una manera de pensar i d'afrontar la vida (el *maker mindset*) que pot ser molt útil per a molts àmbits de la vida (Chu et al., 2015; Dougherty, 2012).

Per a nosaltres, aquesta forma de pensar té molt a veure amb el que alguns anomenen una *alfabetització en el disseny* (Pacione, 2010) que fa referència a la capacitat de les persones de transformar i d'actuar en el món que ens envolta (Bonsiepe, 2006) i que ha de ser útil per a tota la ciutadania, i no només per als professionals especialitzats, per tal d'afrontar la complexitat que caracteritza les actuals societats post-industrials (Blikstein & Krannich, 2013). Aquesta alfabetització es basa en una forma de pensar concreta, el *design thinking*, una manera d'implicar-se amb el món d'una manera específica per tal de resoldre de forma creativa i pràctica situacions problemàtiques (Christensen, Hjorth, Iversen, & Blikstein, 2016; Nelson & Annetta, 2016). La prioritat educativa en que s'està convertint el capacitar als més joves per a que puguin afrontar els problemes des d'aquesta perspectiva (Christensen et al., 2016) és un dels motius principals pels quals el moviment maker està guanyant protagonisme en l'àmbit educatiu i, més específicament, en l'àmbit de l'educació STEM.

2.3.2 El moviment Maker en l'educació STEM

Recentment, la comunitat educativa ha adoptat el moviment Maker com un enfocament per a plantejar innovacions en contextos d'educació no formal i, cada vegada més, en els d'educació formal (L. Martin, 2015). Malgrat no existir una definició clara sobre què es pot considerar Making en un context educatiu i que, tal com apunten alguns, l'aprenentatge en un context Maker no està garantit ni regulat (Sheridan et al., 2014), el cert és que l'interès que desperta aquesta perspectiva educativa és creixent i inclou diverses motivacions (Bevan, 2017). Per a alguns, el caràcter multidisciplinari del treball que sovint té lloc en els espais maker s'alinea amb els nous estàndards STEM, que situen les pràctiques científiques i de l'enginyeria al capdavant de l'educació STEM (Duschl et al., 2007; Grandy & Duschl, 2007; National Research Council, 2012; J. Osborne, 2014). Per a d'altres, el caràcter lúdic i els múltiples punts d'entrada que ofereix una activitat maker ajuda a l'alumnat a guanyar confiança en la pròpia capacitat per emprendre nous reptes (DiGiacomo & Gutiérrez, 2015). Finalment, hi ha qui considera que els entorns Making són contextos rics en els quals formar els més joves en determinades habilitats intel·lectuals que seran crucials per al seu futur com a ciutadans, promovent les seves habilitats de disseny i capacitant-los per canviar el món que els envolta (Blikstein, 2013; Project Zero, 2015).

Aquesta última perspectiva és precisament la que, per a molts, explica la gran acollida del moviment Maker per part del món educatiu. Considerat la nova alfabetització de la nostra època, el disseny ha viscut un canvi de paradigma similar al que les matemàtiques o la computació va viure fa molts anys: ha passat de ser una activitat exclusiva d'elits intel·lectuals, a ser accessible i útil per a tota la ciutadania (Blikstein, 2013). Educar als més joves en aquest àmbit s'està convertint per tant en una prioritat educativa (Christensen et al., 2016) tot i que cal reconèixer que formar-los en la complexitat del procés de disseny no és una tasca fàcil (Jackson, 2014). Ésser literat en el disseny implica desenvolupar certes habilitats i estratègies de disseny. En aquest sentit, trobem interessant la proposta que fan Crismond i Adams (2012) que comparen les estratègies de disseny de dissenyadors experimentats amb les de dissenyadors aprenents, tal i com ja va fer la recerca clàssica en resolució de problemes. D'entre les diferències identificades destaca el fet que els principiants no es plantegen més d'una solució, pràcticament no proven les seves creacions i quan ho fan no ho fan de forma analítica o no reflexionen entorn a les tasques portades a terme. En relació al seu potencial per promoure

aquesta especialització en el disseny, estudis en l'àmbit del moviment Maker apunten a que els processos de disseny portats a terme en contextos de making resulten en la consecució de solucions simples i finalitzacions ràpides (Christensen et al., 2016), posant en dubte la capacitat de les activitats Maker per a promoure una veritable evolució en les habilitats de disseny de l'alumnat. Molts autors, però, segueixen considerant que les activitats Making són especialment adients per a desenvolupar entre els més joves aquesta alfabetització del disseny (Blikstein, 2013; Project Zero, 2015; Vossoughi & Bevan, 2014) .

Si bé els contextos socials i culturals actuals justifiquen la rellevància que el Making està adquirint en l'àmbit educatiu, cal no oblidar les arrels pedagògiques en les que aquest moviment es fonamenta. El constructivisme de Piaget, el progressisme de John Dewey i aproximacions com les de Reggio Emilia i Montessori són algunes de les tradicions educatives reconegudes que es poden reconèixer en els enfocaments Maker. Sens dubte, però, sovint es parla de Seymour Papert com a fundador del moviment Maker en educació i la seva teoria del construccionisme la teoria de l'aprenentatge en el qual s'emmarca el Making (Blikstein, 2013; Martinez & Stager, 2013; Sheridan et al., 2014; Wardrip & Brahms, 2015). Des d'aquesta perspectiva s'emfatitza, no només el rol actiu de l'alumnat en interactuar físicament amb certs objectes i fenòmens, sinó el com el procés de creació d'un artefacte físic permet alhora el desenvolupament intern del coneixement i la representació externa de l'evolució d'aquest coneixement (Ackermann, 2001; Bevan, 2017). Certament, els defensors del Making en l'àmbit educatiu veuen en el construccionisme, en les activitats *hands-on* i en la idea general de l'aprendre fent (*learning by doing*) les claus per a promoure l'aprenentatge (Bevan, 2017). En aquest sentit, i malgrat tenir en compte les noves necessitats educatives que està plantejant el s.XXI que poden justificar el ressorgir d'aquests enfocaments educatius (ASEE, 2016), caldrà prendre en consideració les crítiques que aquestes aproximacions van rebre en el seu moment a l'hora de valorar seu valor afegit. Un exemple el trobem en les crítiques sorgides en relació a propostes de tipus descobriment (*discovery learning*) per la seva manca d'abstracció, de construcció de grans idees (models) i per la visió esbiaixada que podien oferir de la naturalesa de la Ciència (Simarro, Couso, & Pintó, 2013). Tot i que els moviments pedagògics profundament manipulatius (com alguns dels enfocaments donats a la indagació) que emfatitzen l'aprenentatge per descobriment, han estat positivament valorats quant a l'impacte en la motivació i l'interès de l'alumnat per les classes de ciències, el cert és que han rebut (i estan rebent) moltes crítiques en referència a la seva capacitat per promoure un aprenentatge autèntic de i sobre ciències (Couso, 2014; R. Martin, Sexton, Wagner, & Gerlovich, 1997). Alhora, han estat molts els matisos que s'han donat a la idea d'un aprenentatge basat en el fer manual (*hands-on*). Molts han estat els autors que han advertit de la necessitat d'acompanyar una activitat *hands-on* amb una reflexió sobre el que s'està fent, aportant així noves dimensions a l'aprenentatge més enllà de l'aprendre fent, que inclourien el desenvolupament d'habilitats cognitives d'alt nivell (Ateş & Eryilmaz, 2011; Hofstein & Lunetta, 2004). A aquestes reticències cal sumar-hi les crítiques explícites al construccionisme que el veuen més com un marc d'acció -útil, per exemple per a dissenyar contextos d'aprenentatge- que no pas com una teoria d'aprenentatge, criticant així la seva manca de concreció i la confusió que com a tal es dona entre les accions que es plantegen fer i els arguments en els que aquestes es sustenten (Noss & Clayson, 2015). De fet, hi ha qui ja trasllada aquestes precaucions al propi Making advertint que una lectura massa simplista del construccionisme, que es quedi només en la idea de que construir un artefacte es bo *per se*, pot portar a aprenentatges superflus (Worsley, 2014).

2.3.2.1 El Tinkering com a exemple de Making en l'educació STEM

D'entre les moltes activitats que sovint se situen sota el paraigües del Making, la nostra recerca està interessada en les anomenades activitats Tinkering. Entesa com una de les comunitats a partir de les qual va sorgir el Making, els anomenats *tinkerers* s'han caracteritzat per un ingeni i unes habilitats per reutilitzar, reciclar i reparar de forma creativa (Bevan, 2017). Molt comú quan es tracta del moviment de Maker en l'educació, en especial en contextos no formals, el cert és que no es té una idea exacta del que significa el Tinkering quan en parlem des de d'aquest àmbit (Vossoughi & Bevan, 2014). En la seva definició més estricta, la paraula Tinkering (que podríem traduir com a "trastejar") fa referència a l'acció de treballar amb les mans per desmuntar, assemblejar o explorar equipaments, materials i eines (Richardson, 2008). Més enllà d'aquest significat, la nostra perspectiva és que la manca d'especificitat sobre què significa Tinkering quan s'hi fa referència des de l'educació a portat a parlar entorn a tres concepcions ben diferenciades: el Tinkering com a espai físic d'aprenentatge (*espai tinkering*), el Tinkering com unes habilitats o competències que permeten desenvolupar l'activitat tinkering (*activitat tinkering*) i el Tinkering com una metodologia d'ensenyament i aprenentatge (*metodologia Tinkering*) (Figura 7).

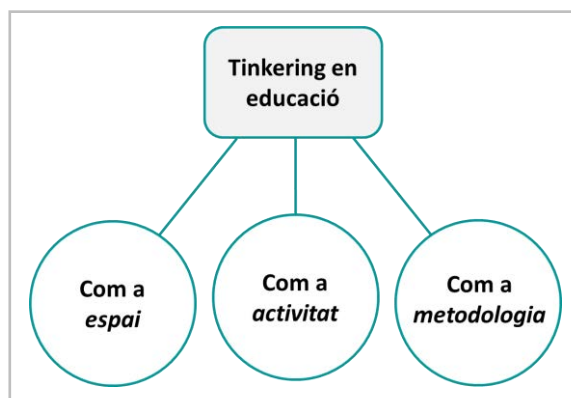


Figura 7. Concepcions del terme Tinkering des de l'àmbit educatiu

De forma general, la majoria de definicions fan referència al Tinkering com a *espai*. Així, els espais Tinkering se solen definir com a espais amb una gran varietat de materials i fenòmens amb els quals treballar. Aquesta materials es descriuen com a materials evocatiu, que conviden a ser tocats i investigats i que tenen un elevat component estètic (Bevan et al., 2015). Alhora, es parla d'espais oberts en els que es fomenta la col·laboració, tant entre participants com amb els facilitadors i facilitadores de les activitats, i que permeten veure què estan fent els altres per agafar idees (Petrich, Wilkinson, & Bevan, 2013; Vossoughi & Bevan, 2014). Finalment, un tret característic dels espais Tinkering i dels materials, fenòmens i dispositius que els configuren és que ofereixen la possibilitat de veure ràpidament els resultats de les accions portades a terme pels participants (Resnick & Rosenbaum, 2013).

Quant a *activitat*, la literatura descriu les activitats Tinkering com a processos en els quals els participants conceben, dissenyen i construeixen coses per si mateixos a través d'un enfocament caracteritzat per un estil lúdic, experimental i iteratiu que permet avaluar contínuament els seus objectius, explorar nous camins i imaginar noves possibilitats (Petrich, Wilkinson, & Bevan, 2013). Basades en l'experiència directa, l'experimentació i el descobriment (Martinez & Stager, 2013), les activitats Tinkering es veuen com una subcategoria del Making caracteritzada per una forma de resoldre problemes més creativa i improvisada, en contraposició amb una idea de

disseny més tancat i amb un objectiu clar, generalment funcional més proper al Making i que podria ser el que actualment es dona a les classes de tecnologia (Vossoughi & Bevan, 2014).

Finalment, quan es fa referència al Tinkering com a *metodologia* d'aula o enfocament didàctic es destaca el seu caràcter lliure i basat en l'autonomia dels nens i de les nens (Petrich et al., 2013). En aquest sentit, i com passa de forma general quan es parla del moviment Maker en l'educació, quan es parla del Tinkering com a metodologia la literatura sol posar de relleu l'herència de propostes anteriors en les que l'aprenent està al centre i en el que es segueixen processos d'exploració a partir dels interessos dels més petits (p.ex.: Montessori, Reggio Emilia,...). Des d'aquesta perspectiva, el propòsit es centrar-se més en el procés d'inveniçió, prova i resolució de problemes de forma iterativa que no pas en el producte en si (Quinn & Bell, 2013). Aquest caràcter lliure, però, és qüestionat per alguns tal com ja succeïa en el passat amb algunes de les propostes metodològiques en les que s'inspira el Tinkering. Algunes recerques destaquen que les activitats interactives de lliure elecció portades a terme en contextos no formals i informals com museus evidencien una frustració o manca de comprensió per part dels participants (Andre et al., 2017). Davant d'aquestes crítiques, i en el context específic dels Museus de la Ciència, Brooke i Solomon (1998) ja proposaven una "*quarta generació d'exposicions*" (p. 960) en què els visitants tinguessin la responsabilitat de participar en el disseny d'investigacions dissenyant i fabricant els seus propis artefactes i provant-los. En el marc del nou paradigma del disseny exposat abans, les activitats basades en la metodologia Tinkering es veuen com una oportunitat per recuperar bones pràctiques en certa mesura abandonades tot actualitzant-les amb un major enfocament cap al disseny i, en alguns casos, l'ús de noves tecnologies (Xanthoudaki, 2015).

Per a nosaltres, però, la concepció del Tinkering com a metodologia rau en la idea d'entendre el Tinkering com una manera de pensar que implica un acostament lúdic a la solució de problemes (Martinez & Stager, 2013) amb els recursos que es tenen a l'abast. Aquesta forma d'afrontar els reptes de forma més exploratòria pot resultar central per a algunes de les pràctiques de l'enginyeria que cal promoure entre l'alumnat per tal de capacitar-lo en aquesta disciplina (D. Baker & Krause, 2007; A. L. Richardson, 2008). En aquest sentit, la rellevància del Tinkering com a metodologia d'ensenyament i aprenentatge no es considera només per a nivells educatius inicials (que són als que se sol adreçar les activitats Tinkering) sinó que, cada vegada més, es reclama en l'àmbit de l'educació secundària i inclús universitària per a formar futurs enginyers i enginyeres i se'n destaca la seva potencialitat per a participar també d'altres pràctiques com la científica (Mader & Dertien, 2016). Per tant, des de la nostra perspectiva de l'ensenyament i aprenentatge de l'enginyeria i la tecnologia basada en la participació en les pràctiques de l'enginyeria, i reconeixent la rellevància per a la disciplina d'aquesta forma de pensar més oberta, improvisada i temptativa, l'ús del Tinkering com a metodologia resulta una bona alternativa per aprendre algunes de les pràctiques de l'enginyeria (de la mateixa forma que, en ciències, l'ensenyament i aprenentatge basat en la indagació resulta rellevant per a aprendre a indagar) i també les pràctiques científiques.

Malgrat les referències a aquestes tres accepcions del Tinkering, el cert és que la literatura no recull una caracterització sistemàtica d'aquestes tres dimensions, que se solen presentar de forma conjunta i sense una separació que permeti aprofundir en cadascuna d'elles. En el seu estudi entorn a l'Exploratorium, i que resulta fins a la data l'estudi més profund entorn a una proposta Tinkering, Petrich i col·legues (2013) parlen de l'activitat, l'ambient i la facilitació com a principis a tenir en compte a l'hora de dissenyar una proposta Tinkering. En la seva proposta, però, es barregen conceptes de diferent naturalesa sota un mateix paraigües. En activitat, per exemple, es fa referència al tipus de material que s'utilitza mentre que en ambient es barreja alhora la part física de l'espai (de nou els materials, però també la configuració de l'espai) en

paral·lel a idees que fan referència a la proposta metodològica (per exemple, els missatges que donen els facilitadors a l'inici d'una sessió). Sota el nostre punt de vista, aquesta manca de sistematització dificulta enormement l'anàlisi de les propostes Tinkering per tal de plantejar-hi millores o recollir evidències d'altres tipus.

Sigui com sigui, el cert és que donat el protagonisme que estan guanyant les propostes educatives basades en el Making, i en el Tinkering en particular, són cada vegada més freqüents les recerques que tracten d'analitzar quins són els seus beneficis des de la perspectiva de l'educació (Project Zero, 2015). La Taula 6 ofereix un resum de les principals referències que aborden aquestes potencialitats. Malgrat que en moltes d'elles es parla d'aprenentatges, sota el nostre punt de vista es tracta més de descriptors de les accions portades a terme que no d'evidències concretes sobre l'aprenentatge. Bevan i col·legues (2015) per exemple, parlen de la participació activa (engagement) com una de les dimensions d'aprenentatge del Tinkering. Malgrat que en l'àmbit de l'educació no formal aquesta dimensió té una rellevància important (Shaby, Assaraf, & Tal, 2017), relacionant directament aquesta participació amb la construcció de significat, des de la nostra perspectiva de la didàctica aquesta proposta resulta poc profunda i específica. Si bé estar involucrat en l'activitat és condició necessària per a l'aprenentatge, no ho és de suficient.

Malgrat això, podríem agrupar els principals avantatges destacats per la literatura quant al Tinkering en educació en quatre eixos principals: a) Aprenentatge dels continguts de STEM, b) Foment de l'interès i l'equitat en els àmbits STEM, c) Foment del treball cooperatiu, i d) Apoderament per intervenir en el món que ens envolta

a) Aprenentatge dels continguts de STEM

Recentment, la recerca està començant a explorar l'aprenentatge que es dona en activitats de tipus Making (Wardrip & Brahms, 2015). D'una banda, hi ha qui es pregunta si activitats inspirades en el moviment Maker poden ajudar a l'alumnat a participar en les pràctiques científiques i de l'enginyeria (Vossoughi & Bevan, 2014). Alhora, es considera que el Design Thinking, aquesta forma de pensar, proporciona una base comuna tant per a les arts i STEM, essent un bon context en el que promoure la integració STEM (o STEAM) (Nelson & Annetta, 2016; Vossoughi & Bevan, 2014). Respecte a aquesta aproximació trobem interessant mencionar una de les idees que es plantegen quan es parla del Design Thinking i dels camins que una persona segueix en el procés creatiu de disseny, oscil·lant entre l'anàlisi i la síntesi, formes de pensar relacionades amb les ciències i l'enginyeria respectivament (Razzouk & Shute, 2012). Finalment, hi ha autors que afirmen que la participació en activitats maker riques en contingut STEM serveixen per desenvolupar entre els nens i les nenes la comprensió de fenòmens científics (Bevan, 2017; Petrich et al., 2013).

En el cas concret del Tinkering, malgrat l'interès per l'aprenentatge que pot derivar-se'n, el cert és que la majoria de recerques portades a terme s'han quedat més en descriure què passa durant una activitat, sense vincular-ho a aprenentatges específics. Hi ha autors que parlen de dimensions de l'aprenentatge (Bevan, Gutwill, Petrich, & Wilkinson, 2015) mentre que hi ha qui es refereix a pràctiques d'aprenentatge (Wardrip & Brahms, 2015). Les poques recerques identificades que han explorat l'aprenentatge en espais Making o Tinkering des de la perspectiva de continguts STEM s'han centrat en el desenvolupament de la pràctica de l'enginyeria (Dorie, Cardella, & Svarovski, 2014; J. Wang et al., 2013). Aquests estudis, però, no aprofundeixen gaire en quins factors i característiques d'aquestes activitats les fan adients per a promoure aquest tipus de pràctiques. Més enllà de les dimensions d'aprenentatge identificades o de l'aprenentatge potencial que es pot donar en un espai tinkering, hi ha autors que destaquen el fet que, al llarg d'una activitat tinkering, es viuran situacions que suposaran una oportunitat per

a nens i nenes de desenvolupar fragments de coneixement que es poden integrar posteriorment en idees més completes i complexes tractades a l'aula (Resnick & Rosenbaum, 2013).

Amb tot, malgrat que el Tinkering s'ha plantejat principalment per a edats primerenques (bàsicament a nivell d'educació primària) el cert és que cada vegada més s'està prenent en consideració a nivells superiors, incloent l'universitari. En contextos d'enginyeria o similar, i en especial en l'àmbit de les ciències computacionals, el Tinkering es veu no només com una metodologia que pot ser útil també en aquestes etapes educatives sinó com una forma de pensar necessària per a treballar en àmbits com l'enginyeria, la ciència o el disseny (Mader & Dertien, 2016).

b) Foment de l'interès en els àmbits STEM

Aquest és sens dubte un dels punts més destacats de les activitats Maker en general (Bevan, 2017; Brahms & Crowley, 2016) i del Tinkering en particular. Reconeixent l'existència d'una disminució de l'interès pels àmbits STEM per part de l'alumnat i que aquest descens afecta principalment a les noies i als estudiants de baix nivell socioeconòmic -en part pel fet que aquestes professions són sovint identificades amb un perfil d'home blanc amb un nivell socioeconòmic mitjà-alt i brillant en termes acadèmics (Archer, 2013) - molts autors se centren en la capacitat dels espais Tinkering per promoure l'equitat en els àmbits STEM, en especial entre aquests perfils subrepresentats. En el cas de les noies, per exemple, el tenir l'oportunitat de participar en activitats Tinkering poden ajudar a millorar la seva confiança en el desenvolupament d'un tipus de tasques sovint relacionades amb àmbits científicotècnics com les enginyeries, acostant-los d'aquesta forma a plantejar-se un possible futur professional en aquest àmbit (D. Baker, Krause, & Purzer, 2008; A. L. Richardson, 2008). D'altra banda, la interdisciplinarietat inherent als espais Tinkering, la familiaritat i varietat de materials disponibles, el context de joc en què es porta a terme i el ventall de possibilitats de participació que s'hi donen ofereixen a alumnat sovint desmotivats per les assignatures STEM un ampli ventall de formes d'entrada. Alguns autors parlen d'una barrera baixa d'entrada, donant una connotació de fàcil accés a aquells perfils que, sovint, opten per no participar en assignatures com les ciències i les matemàtiques perquè els sembla massa allunyat (Vossoughi & Bevan, 2014).

Finalment, hi ha qui veu en les activitats Tinkering una forma d'integrar certs estils cognitius històricament menystinguts a les classes de ciències. En concret, es contraposa els perfils planificadors, entesos com els que es marquen un pla clar per assolir el seu objectiu amb els perfils "tinkerers", caracteritzats per un tipus d'acció més reactiva, basada en l'exploració i l'experimentació i caracteritzada per buscar la innovació a partir de "parlar" amb els materials. Sovint els primers s'han considerat que seguien un enfocament inherentment superior, però en els darrers anys amb la constatació de que vivim en un món caracteritzat per la incertesa i el canvi constant, aquestes formes d'afrontar els nous i inesperats reptes de forma més temptativa i improvisada ha guanyat protagonisme (Resnick & Rosenbaum, 2013). Aquestes idees ressonen amb idees sorgides de la literatura referents a la creativitat, on es destaquen dos estils cognitius diferents: els assimiladors, que resulten més creatius i innovadors quan s'enfronten a una situació coneguda i per a la qual tenen experiència i els exploradors, que són més creatius en condicions diferents a les que coneixen (Fasko, 2001). Davant d'una valoració de l'alumnat en situacions que reproduïen el que s'espera que coneguin -limitant aquests perfils més exploradors- les activitats Tinkering, en funció de com estiguin plantejades, poden oferir una

oportunitat per valorar també el potencial d'aquest perfil d'alumnat (Vossoughi, Escudé, Kong, & Hooper, 2013).

c) Foment del treball cooperatiu, no només entre iguals sinó també entre l'alumnat i els adults:

Un dels trets diferencials destacats de les activitats Tinkering és el seu potencial per suscitar relacions fluides entre experts i novells. En aquest sentit, trobem en la literatura moltes al·lusions al fet que al llarg de les activitats sorgeixen situacions en les que els rols d'expert i novell són intercanviats. El valor principal d'aquest fenomen rau en el fet que d'aquesta forma s'enforteix la capacitat de treball en equip de nens i nenes, augmentant la seva conscienciació respecte del valor de treballar amb d'altres, el valor atorgat a la pròpia expertesa i la capacitat de reconèixer les aportacions que pot tenir una altra persona en un objectiu comú (DiGiacomo & Gutiérrez, 2015; Fleming, 2015; Resnick & Rosenbaum, 2013).

d) Apoderament per intervenir en el món que ens envolta

Finalment, la recerca s'està interessant en el potencial que tenen iniciatives emmarcades en el moviment Maker en l'apoderament dels més joves. Per a alguns autor, aquest tipus d'activitats permet a l'alumnat veure's a si mateix com a capacitats per intervenir en el món l'envolta, preparant-lo per al nou paradigma del disseny. Aquest apoderament es defineix en termes de la sensibilitat (entesa com a consciència), la inclinació i la capacitat per ser agent de canvi (Oxman Ryan, Clapp, Ross, & Tishman, 2016; Project Zero, 2015). Es parla d'una manera d'intervenir en el món basada en el disseny per tal d'actuar com a agents de canvi i creadors d'un futur desitjat, destacant-se sovint el lligam d'aquesta forma d'actuar amb les anomenades competències del s.XXI (Christensen et al., 2016). Aquest fet és rellevant en el nostre context si tenim en compte que la percepció d'autoeficàcia (Bandura, Barbaranelli, Vittorio, & Pastorelli, C., 2001) és especialment baixa entre el nostre alumnat quan parlem de l'àmbit STEM (Obra Social "la Caixa", FECYT, & Everis, 2015).

Taula 6. Resum de la literatura sobre els beneficis potencials de les activitats Tinkering.

| Brooke & Solomon (1998) | Wardrip & Brams (2015) <i>Learning Practices</i> | Bevan et al (2015) <i>Learning Dimensions</i> | | Vossoughi (2014) | Gutiérrez (2015) | Project Zero (2015) (Agency by Design Project) |
|-------------------------|--|---|---|---------------------------------|--|--|
| | | 2015 | Actualització 2017 | | | |
| Play | Trastejar | Participació | | | | |
| | Expressar intenció | Iniciativa i intencionalitat | Iniciativa i intencionalitat | | | |
| | Hackejar i Reutilitzar | | | | | |
| | Buscar i compartir recursos | Suport Social | Social and emotional engagement | Andamiatge (scaffolding) social | <i>Relational Agency</i> <i>Relational Equity</i> | |
| Ús d'eines | Desenvolupar fluïdesa | Desenvolupament de la comprensió | Comprensió conceptual | | | |
| | Simplificar per tornar més complex | | | | | |
| Curiositat | | | | | | |
| Investigació | Investigar | | | | | |
| | | | | | | Apoderament Maker |
| | | | Resolució de problemes i pensament crític | | | |
| | | | Creativitat i autoexpressió | | | |

El rol de la facilitació en el Tinkering

Estretament relacionat amb el potencial d'aprenentatge del Tinkering alguns autors s'han centrat en abordar el paper que juguen els facilitadors en aquests tipus de propostes. El caràcter lliure d'aquest tipus d'activitats dificulta el poder definir quin és el rol que s'ha d'adoptar i com s'ha d'intervenir com a facilitador (Lock, dos Santos, Hollohan, & Becke, 2018). Com a resultat, el cert és que, tal com passava amb la recerca sobre l'aprenentatge i beneficis potencials del Tinkering, els resultats sobre el paper dels facilitadors són encara incipients i poc concrets. En el cas concret de l'Exploratorium de San Francisco, un referent respecte la metodologia Tinkering, Bevan i col·legues (2015) proposen algunes característiques del model de facilitació que es porta a terme en el seu espai tinkering. Entenent que la tasca principal dels facilitadors és la de donar suport als nens i a les nenes per tal que continuïn desenvolupant les seves idees, els autors destaquen certes estratègies de facilitació. En concret es parla de: despertar l'interès tot fent de model, convidant a participar i donant la benvinguda; mantenir la participació amb preguntes del tipus "què passaria si...?" i aprofundir en la comprensió i el propòsit a través de la complexificació i la reflexió. Per la seva banda, Wang i col·legues (2013) exploren la facilitació des d'una altra perspectiva. En concret, se centren en analitzar tres nivells de facilitació: sense facilitació, només introducció i amb facilitació, graduant-se aquesta última entre mínima i extensiva. En aquest darrer cas, però, no s'entra en detall per especificar en què consisteix aquesta gradació de mínima i extensiva, indicant-se només que en el primer cas el facilitador respon a preguntes i fa uns suggeriments mínims, mentre que en la facilitació extensiva, el facilitador guia al visitant al llarg del procés i parla de forma més extensa amb ell. Sigui com sigui, en aquest estudi es conclou que aquelles activitats amb una facilitació extensiva resultaven més exitoses quant a la continuïtat de l'activitat que aquelles en les que, per exemple, no hi havia facilitació.

2.4 Contextos no formals per a l'ensenyament i aprenentatge de les STEM

El paper de l'educació es veu influenciat per una societat canviant i complexa, passant a ser un continuïum que té lloc dins i fora de l'escola (Alfageme & Martínez, 2007; Banqué, Calafell, & Bonil, 2013; Martín, 2013). Més enllà de la rellevància que poden tenir activitats que són naturalment educatives (com la lectura de llibres, el visionat de pel·lícules o la relació amb la família), és a dir, el que coneixem com a educació informal i que té una elevada influència en el capital científic (*science capital*) (Archer, Dawson, DeWitt, Seakins, & Wong, 2015) en la nostra recerca ens interessem especialment per l'educació no formal.

Entenem per educació no formal aquella educació que, malgrat comptar amb activitats amb una organització i sistematització orientada a assolir uns certs objectius educatius i d'aprenentatge, té lloc fora de l'escola i del sistema educatiu reglat (Martín, 2013; Pastor, 2001). Aquesta educació no formal, que pot tenir lloc en diversos contextos menys formals que l'escola (centres especialitzats, museus, espais socials,...) no sol avaluar-se i treballa entorn uns objectius d'aprenentatge no restringits per cap currículum oficial (Affeldt, Tolppanen, Aksela, & Eilks, 2017). Des de l'àmbit de l'educació científica, l'enfortiment de l'educació no formal, augmentant alhora la seva connexió amb l'educació formal, s'ha vist com un dels pilars per reorientar i millorar l'educació en ciències (Affeldt et al., 2017; J. Osborne & Dillon, 2007). D'entre els objectius d'aquesta educació no formal destaquen l'augmentar la motivació i interès cap a àmbits científics i tècnic dels més joves, el proporcionar una visió més àmplia i autèntica sobre ciència i enginyeria, o complementar l'ensenyament de les ciències de l'escola buscant compensar possibles limitacions en termes de temps o infraestructures (Affeldt et al., 2017). En el cas concret dels museus de la ciència, la relació entre el públic i els museus està evolucionant quant a la seva funció educativa, passant d'una concepció més limitada basada en la transmissió de coneixement i a una visió constructivista molt més rica. Com a resultat, moltes d'aquestes institucions exploren noves maneres d'involucrar als seus visitants per promoure l'aprenentatge (Achiam & Sølberg, 2017). En aquest sentit, malgrat considerar-se un context d'aprenentatge informal, els museus poden esdevenir també contextos d'aprenentatge no formal a través de la programació d'activitats d'un mode més intencional (Alfageme & Martínez, 2007).

Davant d'aquest nou paper que està adquirint l'àmbit no formal en l'educació científica, no és d'estranyar que les experiències educatives que es donen fora de l'escola, i en especial en els museus de ciència, estiguin guanyant cada vegada més rellevància com a àrea d'estudi en el camp de la recerca en didàctica de les ciències (Dierking, Falk, Rennie, Anderson, & Ellenbogen, 2003; Guisasola, 2013; Guisasola & Morentin, 2007). No obstant això, l'estudi dels contextos per a l'aprenentatge no formal, en general i per a l'àmbit científico-tècnic en particular, és pràcticament insignificant si es compara amb la molt més establerta investigació en contextos formals (J. Osborne & Dillon, 2007). Per exemple, malgrat els avenços significatius obtinguts en l'àmbit de la investigació en museus en les últimes tres dècades existeixen encara moltes llacunes de coneixement sobre l'aprenentatge als museus (Andre et al., 2017). Alhora, aquesta manca de solidesa en l'àmbit acadèmic planteja diversos reptes: continuar avançant en el plantejament de noves metodologies de recerca que s'adaptin a la complexitat d'aquests contextos (Guisasola & Morentin, 2007; Rennie & Johnston, 2004) i obrir el ventall de marcs teòrics a prendre en compte per donar resposta als objectius de les recerques cada vegada més diverses (Guisasola, 2013). En el cas concret dels entorns no formals de ciència i tecnologia, la recerca s'ha centrat sovint en els resultats de l'aprenentatge dels visitants, basant-se en

metodologies pre- i post- de forma majoritària. Recentment, però, són cada vegada més els autors que s'han interessat per l'ús de marcs socio-culturals per tal d'analitzar la interacció dels participants en els contextos no formals a diversos nivells: entre ells, amb el personal dels contextos no formals i amb els mateixos espais (Andre et al., 2017; Davidsson & Jakobsson, 2012).

En aquest apartat del marc teòric fem una revisió de la perspectiva socio-constructivista, que és el marc d'aprenentatge en el que ens basem i des del qual analitzarem el Creativity, particularitzant-lo per al cas de l'educació no formal. Alhora, aprofundim en dues de les interaccions que poden donar-se en aquests contextos d'educació no formal: les que tenen lloc amb el propi espai o context i aquelles que es donen entre els nens i nenes i les persones adultes, en especial pel que fa als professionals encarregats de facilitar les activitats en aquests contextos no formals.

2.4.1 La perspectiva socio-constructivista com a marc per a la recerca en contextos no-formals

La perspectiva socio-constructivista de l'aprenentatge es basa en el reconeixement de la naturalesa constructiva del coneixement alhora que incorpora les teories socio-culturals anunciades per Vygotski (1978) i col·legues i enriquides per diversos autors al llarg dels anys 70 (Bargalló, 2016). Des d'aquesta perspectiva, no només s'estableix que el coneixement no es transmet d'aquell qui té el coneixement a aquell qui no el té, reconeixent així la construcció activa per part de l'aprenent, sinó que a més s'emfatitza el caràcter social de l'aprenentatge com a activitat humana. Es considera, doncs, l'existència de dos plans: el personal (intra-psicològic), i el social (inter-psicològic), afirmant-se que l'aprenentatge es produeix en la connexió entre aquests i que, de fet, les arrels del mateix apareixen a través de les interaccions amb els demés abans de que es consolidin internament (Couso, 2009; King & English, 2016). Reconeixent que la interacció amb d'altres pot possibilitar un aprenentatge potencialment superior al que es podria obtenir de forma individual, Vygotsky va definir el concepte de Zona de Desenvolupament Proper (ZDP) com la distància entre el que una persona pot fer o aprendre per si mateixa i el que pot fer o aprendre amb l'ajuda i el suport dels altres amb qui interactua. Per tant, una interacció fructífera des del punt de vista de l'aprenentatge serà aquella que ofereix als estudiants suport dins de la ZPD (Bargalló, 2016; Grimalt, 2015).

Més enllà d'aquesta visió de l'aprenentatge com a una activitat social, alguns autors destaquen el caràcter situat del coneixement, emfatitzant el fet que l'expertesa en un àmbit es veu influenciada pel context cultural i social en què se sol portar a terme una activitat, així com per l'estructura física del context i pel propòsit de la pròpia activitat (Hennessy, 2006). Aquesta perspectiva situada suggereix que la cognició de l'alumnat no es pot separar de la situació en què participa en activitats significatives per a una comunitat de pràctiques, el context educatiu (King & English, 2016). Des de la perspectiva socio-cultural i situada de l'aprenentatge, trobem especialment rellevant per al propòsit d'aquesta tesi la consideració de l'anomenada Teoria de l'Activitat, que entén les activitats humanes com a fenòmens complexos i situats socialment (Engeström, Miettinen, & Punamäki, 1999; Leont'ev, 1981 citats per Couso, 2009 i Grimalt, 2015). En l'aproximació històrica-cultural d'aquest paradigma, es considera l'activitat humana, i per tant les activitats educatives, com un conjunt d'accions dins d'un determinat context amb un determinat objectiu i ús d'eines i que comprèn una sèrie de sistemes de pràctica (Grimalt, 2015). Per tant, en analitzar un context educatiu, no només serà important descriure com és el context físicament, sinó també endinsar-se en l'anàlisi de què hi passa, és a dir, poder estudiar

amb una mirada holística l'activitat que caracteritza una comunitat amb unes especificitats concretes. Autors com Driver i col·legues (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994) han emfatitzat l'interès de considerar els enfocaments socio-culturals i situats de l'aprenentatge per part de la didàctica de les ciències, veient l'aprenentatge de les ciències com un procés en què s'involucra als estudiants en una nova comunitat de discurs, una nova cultura i una nova forma de pensar i explicar el món (Bargalló, 2016). Aquesta visió ressona amb el que apuntàvem quan parlàvem de la centralitat de la perspectiva de pràctica per a l'aprenentatge de les ciències.

Recentment, la recerca portada a terme en contextos no formals ha vist en els enfocaments socio-culturals i situats la clau per a poder enriquir el coneixement que es té quant a la naturalesa de l'aprenentatge que es dona en aquests contextos, tant a nivell individual com de grup (Astor-Jack, Whaley, Dierking, Perry, & Garibay, 2007). La perspectiva socio-cultural aplicada per autors com Falk i Dierking (2000) va suposar un viratge en l'enfocament de la recerca centrada en l'aprenentatge que té lloc en contextos com museus: es va passar d'estudiar només què passa en una visita a un museu, centrant-se en molts casos en el paper individual de l'alumne en la construcció del coneixement i de significats, a analitzar també l'on i amb qui (Andre et al., 2017). Falk i Dierking van proposar un model contextual d'aprenentatge (CML, en anglès) per tal de permetre una visió holística de l'aprenentatge que es pot donar en un context no formal, tenint en compte la complexitat i el caràcter efímer que pot tenir aquest procés. En aquest model, es consideren tres contextos superposats que tenen influència en l'aprenentatge: el personal, el físic i el sociocultural. Mentre que el primer fa referència a la història personal que un individu porta a una situació d'aprenentatge (p.ex: la motivació i les expectatives de cadascú, els coneixements i les experiències prèvies, els interessos i les creences, ...) el context físic representa l'espai físic en sí en el que s'espera que tingui lloc l'aprenentatge incloent aspectes com l'arquitectura de l'exposició, el disseny físic,... D'altra banda, el context sociocultural fa referència a la mediació social dins d'un grup o comunitat i aquella facilitada per d'altres. És a dir, es considera tant les interaccions i col·laboracions dins del grup social del propi participant (p.ex.: l'escola, el grup familiar,...) com aquelles que tenen lloc amb d'altres fora del grup com el personal del museu (Andre et al., 2017; Falk & Dierking, 2000; Falk & Storksdieck, 2005).

D'altres autors i autores han anat incloent aquesta perspectiva socio-cultural centrada en les interaccions en les seves recerques sobre l'aprenentatge en contextos no formals (Davidsson & Jakobsson, 2012). Partint d'una revisió d'aquestes recerques, Andre i col·legues (2017) identifiquen tres tipus principals d'interacció mitjançant els quals es pot facilitar l'aprenentatge dels nens i de les nenes i que solen donar-se de manera combinada: nens-adults/companys, nens-tecnologia i nens-entorn. D'entre aquests tipus d'interaccions, en la nostra recerca ens centrarem principalment en les que tenen a veure amb els espais físics o entorns d'aprenentatge i amb aquelles que es donen entre els nens i els adults.

2.4.2 El paper dels espais en contextos d'aprenentatge no formals

La recerca en l'àmbit d'educació no formal, i en especial en el cas dels museus, s'ha vist influenciada per la perspectiva situada de l'aprenentatge. En aquest sentit, la nova era de la recerca educativa en l'àmbit museístic iniciada amb Falk i Dierkin (2000) s'ha caracteritzat per assumir que el context en què passen les coses forma també part del que passa (Rennie & Johnston, 2004). L'anàlisi dels espais d'aprenentatge en els contextos no formals o informals es veu influenciada per l'actualització de les perspectives i interessos de la recerca educativa en general quant als espais o contextos d'aprenentatge.

En els darrers deu anys, l'estudi dels espais d'aprenentatges ha guanyant un nou protagonisme, en especial en l'àmbit de l'educació universitària, però també per al cas de l'educació primària i secundària, tant pel que fa a contextos formals com als no formals (Byers, Imms, & Hartnell-Young, 2014; Montgomery, 2014). La consideració de l'espai o context físic com a agent essencial en l'àmbit educatiu no és nou. Corrents com la pedagogia activa de finals del s.XIX i principis del s.XX ja veien l'espai com un actor central en els processos educatius (Martire, 2017). Montessori, Reggio Emilia o Stenier són alguns dels models educatius que, amb les seves particularitats, es van fixar en les característiques dels espais i l'activitat que aquests permetien com a element rellevant de les seves filosofies (Alterator & Deed, 2013; Andrade, 2011). Malgrat les crítiques que aquestes pedagogies han pogut rebre al llarg del temps, en especial des d'una perspectiva socio-constructivista per la manca de consideració de l'esfera social més enllà de l'espai físic (Honomichl & Chen, 2012), el cert és que, ja sigui per l'esclat de certes innovacions educatives (treball per projectes, *flipped classroom*, ...), la introducció de noves tecnologies o el nou rol dels espais no formals, el paper que poden jugar els espais en l'ensenyament i aprenentatge s'ha convertit en un assumpte de gran rellevància i actualitat (Bradbeer et al., 2017). Per exemple, la idea de classe oberta, entesa com un estil d'ensenyament que es basa en la flexibilitat d'espai, la riquesa i diversitat de materials d'aprenentatge, l'elecció de l'activitat per part dels estudiants i un treball més individual o grup petit que no pas en format de gran grup, és un concepte sorgit aleshores que ha guanyat protagonisme en els anomenats nous espais d'aprenentatge (Alterator & Deed, 2013). Des d'una perspectiva socio-cultural de l'aprenentatge s'afirma que, si l'espai està ben dissenyat, es pot fomentar l'aprenentatge social (Matthews, Andrews, & Adams, 2011). Així, un espai amb unes característiques concretes, pot convidar a portar a terme certes accions i condiciona les interaccions socials, incloent la comunicació no verbal (Knapp, Hall, & Horgan, 2012; Laorden & Pérez, 2002). En aquest sentit, coincidim amb autors que afirmen que, per tal d'entendre i articular la naturalesa de l'aprenentatge, cal entendre també el context en què aquest aprenentatge té lloc (Boddington & Boys, 2011).

Com apuntàvem abans, diverses recerques s'han interessat recentment pel paper d'aquests nous espais en l'aprenentatge, molts d'ells en contextos no formals. En aquesta nova onada d'estudis centrats en els espais d'aprenentatge, s'evidencia el caràcter exploratori de les recerques, poc sistematitzades i basades en anàlisis qualitius en profunditat, fruit de la complexitat que els nous contextos educatius poden presentar amb un elevat nombre de variables (Byers et al., 2014; Painter et al., 2012). El cert, però, és que la majoria d'aquestes recerques s'han centrat en estudiar més la qualitat de les condicions que es presenten en els espais que no pas en analitzar les pràctiques educatives que hi tenen lloc o com s'utilitza l'espai i amb quin efecte (Blackmore, Bateman, O'Mara, & Loughlin, 2011).

Sobre les característiques que han de tenir aquests espais d'aprenentatge són moltes les perspectives adoptades pels autors que s'hi han interessat. Molts s'han centrat en analitzar la potencialitat dels espais per promoure el treball en equip i la col·laboració. Aspectes com la presència de taules rodones o les connexions entre espais que permeten flux de persones han resultat efectius a l'hora de promoure aquest treball més col·laboratiu (Gierdowski, 2013; Wolff, 2003). En el seu estudi sobre contextos que promouen la creativitat, Richardson i Mishra (2018) destacaven la importància dels espais amb mobiliari flexible que permet múltiples arranjaments i configuracions. D'altres han destacat la influència d'elements com la il·luminació o els colors en l'activitat dels participants. Allen i Hessick (2011), per exemple, afirmen que la investigació ha demostrat que colors càlids com el vermell, el taronja i el groc promouen activitats orientades a l'acció. En el cas concret dels espais no formals o informals, alguns autors han aprofundit en

els factors que semblen influir en la participació activa dels visitants. En la seva anàlisi comparativa de nou instal·lacions interactives en un museu, Shaby, Assaraf i Tal (2017) van concloure que aquelles que comptaven amb dispositius que eren familiars i fàcils d'usar per part dels participants promovien una major interacció amb l'espai per part d'aquests. D'altra banda, els mateixos autors van establir que la participació es veia incrementada quan l'espai promovia la interacció social i podien acollir grups més grans de persones. Per la seva banda, Kristian (2017) planteja deu característiques clau per tal de promoure la participació activa en les instal·lacions interactives d'un museu. A banda de les destacades per Shaby i col·legues, Kristian considera que les instal·lacions han de ser sorprenents, manipulatives, amb possibilitat de repetir accions, amb poc temps d'espera, visibles, riques (amb diversos nivells) i estètiques. Per la seva banda, Beaumont (2010) menciona quatre característiques que han de tenir els espais per tal de promoure una interacció rica entre els adults i els infants: oferir oportunitats per explorar de forma independent, permetre que els adults puguin restar a prop dels infants per a poder-los observar i per a poder participar del seu joc i, finalment, plantejar activitats. Finalment, DiGiacomo i Gutiérrez (2015) afirmen que alguns d'aquests contextos no formals presenten unes característiques clau per a l'aprenentatge. D'entre elles destaquem la presència d'un feedback consistent, permetent per exemple múltiples possibilitats per provar el que s'està fent. Creiem interessant, però, destacar la necessitat de fer comprensible el que s'espera que es faci amb els materials. Més enllà de propiciar "entorns preparats" com es diu des de metodologies com Montessori, alguns autors apunten a la necessitat d'incloure pistes, ja siguin verbals o no, per tal de garantir la comprensió de què cal fer amb els materials i espais disponibles (Honomichl & Chen, 2012; C. Richardson & Mishra, 2018).

Pel que fa a l'impacte en l'aprenentatge, les escasses evidències que s'han pogut recollir són poc conclouents. D'una banda, no s'ha evidenciat una relació lineal entre els espais d'aprenentatge, el seu ús i els resultats d'aprenentatge dels estudiants (Blackmore et al., 2011). De l'altra, existeixen resultats contradictoris quant a l'efecte dels espais d'aprenentatge en la pràctica educativa: mentre alguns autors afirmen que s'han donat canvis en les pedagogies en passar d'espais més tradicionals a espais més flexibles (Bradbeer et al., 2017) d'altres consideren que canviar la configuració física dels espais no comporta necessàriament canvis en la pràctica docent (Woolner, McCarter, Wall, & Higgins, 2012). Per a Alterator i Deep (2013), a l'escola, aquesta manca d'efecte s'explica en gran part pel desconeixement per part dels docents sobre les potencialitats dels anomenats nous espais d'aprenentatge. En aquest sentit, sembla necessari poder articular millor la caracterització dels nous espais d'aprenentatge per a poder dotar als docents i altres agents educatius dels recursos necessaris per a poder maximitzar les potencialitats d'aquests contextos. Alhora, quan es parla d'entorns d'aprenentatge, alguns autors fan referència al "clima" que es genera en aquests entorns. Des d'aquesta perspectiva, el valor de l'espai físic en si no s'entén sense una proposta concreta sobre com es pot treballar en aquest entorn, aprofitant les seves potencialitats. Richardson i Mishra (2018), per exemple, fan referència a aspectes com la tolerància a un cert desordre i al soroll, la promoció de les discussions i la col·laboració, la valoració de les diferències o el paper del professorat com a co-aprenent, explorador i alhora, suport per als nens i les nenes, com a elements clau per a crear en els entorns d'aprenentatge un clima que promogui la creativitat.

2.4.3 El paper de la interacció adult-nen en contextos d'aprenentatge no formals

Més enllà de l'estudi a nous espais d'aprenentatge, la recerca en l'àmbit dels contextos no formals, i en especial en el cas dels museus, s'està interessant cada vegada més en quin és el rol del personal dels museus en la seva interacció amb els participants i en com aquesta interacció influeix l'aprenentatge des d'una perspectiva sociocultural (Andre et al., 2017; Davidsson & Jakobsson, 2012; Rennie & Johnston, 2004). Per a alguns autors, la interacció entre adults i nens pot marcar la diferència en el possible aprenentatge dels participants en una activitat no formal. Els adults que actuen com a facilitadors en aquest tipus d'activitat juguen un paper central en la mediació de l'aprenentatge, tot fomentant les connexions personals, adaptant el contingut a diferents visitants i servint de models i guies per a l'aprenentatge (Pattison & Dierking, 2013; Piscitelli, Everett, & Weier, 2003). Segons alguns estudis, les estratègies de facilitació poden influir positivament en les actituds científiques i en el coneixement de conceptes científics de l'alumnat així com en les habilitats de treball en equip, de comunicació i de pensament crític en l'àmbit de les ciències (Andre et al., 2017). Malgrat aquest interès, pocs estudis aborden aquest tema, en particular en el cas de les anomenades interaccions no estructurades, on la durada de la interacció i la relació entre visitants i personal del museus no estan predeterminades. Els resultats dels pocs estudis que tracten sobre la naturalesa i els resultats d'aquest tipus d'interaccions suggereixen que poden ser particularment sensibles a les dinàmiques socials entre el personal i els participants i alerten sobre el fet que el personal del museu sol emprar estratègies didàctiques centrades en el professorat en lloc d'explorar estratègies que aprofitin la dinàmica social única de les interaccions no estructurades (Pattison & Dierking, 2013).

Els esforços per caracteritzar la interacció entre adults i nens en situacions poc estructurades són escasses, però poden servir de base per aprofundir en l'estudi de patrons i estratègies efectives per fomentar l'aprenentatge dels participants a través de la interacció social. Hoogsteder, Maier i Elbers (1996) proposen tres modes d'interacció entre adults i nens en analitzar els patrons d'interacció en la cooperació entre pares i fills durant la realització de tasques de construcció. El primer mode, el mode lúdic d'interacció, es caracteritza per un joc simètric entre l'adult i l'infant i comporta una igualtat d'oportunitats entre ambdós perfils al llarg de l'activitat. El segon mode, anomenat mode econòmic i eficient, se centra en l'execució correcta i ràpida de la tasca i implica un paper asimètric amb els adults actuant com a directors. Finalment, el tercer mode, anomenat didàctic, els adults prenen alhora un paper simètric (els adults permeten una participació dels infants d'igual a igual) i un rol asimètric (l'adult supervisa les activitats del nen o de la nena). En aquesta tercera modalitat, els adults deixen espai i temps per a l'autoexploració dels nens i deixen marge per als errors i l'autocorrecció. De la mateixa manera, Beaumont (2010) va analitzar la gran varietat d'interaccions verbals i no verbals que existents entre adults (principalment familiars) i nens mentre es realitza una investigació científica de forma col·laborativa en un museu. Aquesta anàlisi va permetre identificar sis rols per als adults, alguns dels quals ressonen amb els proposats per Hoogsteder i col·legues: jugador (l'adult juga sol o amb el nen), facilitador (l'adult ofereix suport no verbal mitjançant pistes o indicacions, configurant o modificant l'entorn o modelitzant una tasca), intèrpret (similar al facilitador, però utilitzant la comunicació verbal), supervisor (l'adult té com a objectiu principal vigilar el nen o la nena per assegurar la seva seguretat, supervisar la interacció amb d'altres i controlar la frustració del nen), estudiant del nen (l'adult fa una observació acurada del nen mentre aquest juga, pensant en les necessitats a nivell de desenvolupament i anotant el progrés,

buscant connexions amb altres coneixements o activitats) i aprenent (l'adult juga amb el nen com a igual i col·labora amb ell tot recordant conceptes o aprenent de les idees de l'infant).

D'altres autors han categoritzat també els tipus de rols que pot adquirir el professorat quant actua com a facilitador en contextos innovadors d'aprenentatge com els basats en la resolució de problemes (Kolmos, Du, & Holgaard, E. JetteJensen, 2008). Mentre alguns dels rols són els mateixos que els identificats per al cas de les interaccions familiars (p.e.: facilitador com a participant), trobem interessant destacar una altra classificació de facilitació que es divideix en quatre tipologies de facilitació: l'orientada al resultat, l'orientada al procés, la de control i la de "deixar fer". Mentre la primera podria equiparar-se al mode econòmic de Hoogsteder les altres tres tenen en compte altres aspectes no destacats anteriorment. En el rol orientat al procés, el facilitador se centra en la progressió en l'aprenentatge dels estudiants i busca que els participants reflexionin sobre el seu propi procés. En el de control, amb major nivell d'intromissió, es fa un seguiment més acadèmic de tots els elements del projecte, incloent el nivell en què s'involucra cada participant. Finalment, el rol de deixar fer és el més superficial i indiferent i pot respondre a la idea del facilitador de que els participants ja se'n surten per si sols.

Malgrat la manca de recerques al respecte (Thomas, 2008) existeixen algunes recerques que se centren també en el cas de la facilitació portada a terme pel personal de museus. Van Schijndel, Franse i Raijmakers, per exemple, (2010) parlen de tres tipus d'interacció adult infant en el context d'activitats interactives en un museu. Aquests tres models s'assemblen molt als plantejats anteriorment: un estil de suport o bastida (*scaffolding*), basat en l'ús de preguntes obertes i un rol simètric simulat, actuant com si no se sàpigues ben bé què cal fer; un estil explicatiu, basat en donar explicacions sobre l'activitat, explicant continguts conceptuals; i un estil mínim, en el que no s'explica res i no es dona suport en cap sentit, només s'intervé per a garantir que el nen o la nena no es queda aturat. En aquest estudi, però, no sembla que s'obtinguin resultats concloents sobre quin és el l'estil de facilitació que portava a un nivell superior d'exploració (que és el que els autors consideraven com a rellevant en l'activitat), suggerint-se que existia una dependència amb les característiques específiques de cada espai analitzat.

Tot i que les diverses tipologies d'interacció adult-nen o models de facilitació responen a criteris diferents (objectiu, tipus d'intervenció, etc.), inclús dintre d'una mateixa classificació, les equivalències entre les diferents propostes de classificació es poden resumir tal i com es proposa a continuació (Taula 7).

Davant d'aquesta variabilitat de rols, un bon facilitador ha de dominar més d'un tipus de facilitació i utilitzar-ne un o altre per tal d'estimular la progressió dels estudiants. La dificultat rau en desxifrar les necessitats dels participants en cada moment i adaptar el model de facilitació en conseqüència (Kolmos et al., 2008). En aquest sentit, Thomas (2008) afirma que un bon model de facilitació es basa tant en la intencionalitat (quan els facilitadors actuen de forma deliberada i poden proporcionar raons per a les seves accions) com en la intuïció (quan les seves accions no depenen de processos mentals conscients i, per tant, poden ser potencialment inaccessibles per a la introspecció). En aquest segons supòsit, però, l'autor afirma que cal que els facilitadors disposin d'un marc consistent respecte al qual reflexionar entorn als resultats d'una facilitació basada en la intuïció.

Taula 7. Resum de les tipologies de facilitació recollides en la literatura

| Hoogsteder, Maier i Elbers (1996) Pares/mares-nens | Beaumont (2010) Familia-nens | Holten-Andersen 1983 (Citats a Kolmos, Du, & Holgaard, E. JetteJensen, 2008) | Tofteskov, 1996), (Citats a Kolmos, Du, & Holgaard, E. JetteJensen, 2008) | Van Schijndel et al. 2010 | Característiques |
|---|---------------------------------|---|--|---------------------------|--|
| Lúdic | Jugador Aprenent | Facilitador com a membre | | | - El facilitador adopta el mateix rol que el participant - Simetria |
| Econòmic i eficient | | | Orientada al resultat | Explicatiu | - El facilitador busca aconseguir els resultats - Asimetria |
| Didàctic | Facilitador Intèrpret | Dialogue based facilitation | Orientada al procés | Suport | - El facilitador busca reflexionar sobre el procés - Simetria simulada |
| | Supervisor | | | Mínim | - El facilitador busca garantir la continuïtat de l'activitat |
| | Estudiant | | Control | | - El facilitador se centra en analitzar l'activitat, veure què passa i pensar futures accions |
| | | Consultoria | Deixar fer | | - El facilitador no té un objectiu específic més enllà d'estar present i ser d'ajuda en cas que se'l reclami - Rol passiu |

Més enllà d'aquests rols o modes d'interacció, alguns autors destaquen els mitjans o les eines culturals utilitzades per construir i negociar aquests rols, és a dir, els objectes o instruments físics o simbòlics (idioma, text escrit, gestos, procediments ...) utilitzats pels individus per dur a terme les seves accions (Pattison & Dierking, 2013). D'altra banda, també es presta atenció a la necessitat de relacionar rols i eines amb els seus propòsits i la seva influència en els resultats finals de les activitats dels participants. Entre d'altres teories que poden permetre l'anàlisi de la interacció entre adults i infants, destaca la perspectiva dialògica (Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006) en la qual les preguntes poden tenir un paper fonamental tant per construir coneixement científic (Roca Tort, Márquez, & Sanmartí, 2013) com per donar poder als participants en un context Maker (autoregulació, autoconsciència, reflexió i la reflexivitat durant el procés) (Bowler & Champagne, 2016).

En el cas concret dels espais Tinkering, malgrat la rellevància que se sol donar al paper dels facilitadors i dels adults que acompanyen a nens i nenes al llarg de les activitats, el cert és que són pocs els estudis que aborden el tipus d'interacció que té lloc en aquesta facilitació. Per exemple, en el seu estudi sobre reptes de disseny en enginyeria en el marc d'un museu, Wang i col·legues (2013) parlen només de tres nivells de facilitació: sense facilitació, només introducció o facilitació (intensiva-extensiva). L'estudi, però, no entra en el detall d'aquests tres nivells ni permet relacionar per tant aquestes característiques amb els impactes evidenciats. Per la seva banda, i per al cas específic de l'Exploratorium de San Francisco, Petrich i col·legues (2013) matisen una mica més aquestes característiques de la facilitació, sense oferir però una categorització d'idees o conceptes sinó fent una llista d'alguns aspectes observats en la

facilitació tot destacant aspectes de naturalesa diversa. Es parla de com els facilitadors busquen despertar l'interès dels participants mitjançant, per exemple, la modelització, de com mantenen el nivell de participació mitjançant preguntes del tipus "què passaria si" o de com busquen aprofundir en l'aprenentatge promovent la reflexió o la complexificació. Malgrat anar més enllà de la proposta de Wang i col·legues, el cert és que l'anàlisi feta a l'Exploratorium no aprofundeix més en aquests models de facilitació ni en detalla les característiques i particularitats concretes.

CAPÍTOL 3.

OBJECTIUS I PREGUNTES DE RECERCA

3.1 Introducció als objectius i a les preguntes de recerca

Tal com es recull en el marc teòric, els espais Maker, i els Tinkering dins d'aquests, es veuen com a propostes amb un alt potencial per a l'anomenada educació STEM. Existeix encara, però, una manca de concreció quan es parla del Tinkering des de l'educació.

D'una banda, no es disposa d'una caracterització clara sobre com són els *espais* Tinkering i quins elements caldria tenir en compte a l'hora de dissenyar-ne un. Aquesta informació pot ser molt interessant si es vol promoure aquest tipus d'espais en diversos contextos més enllà dels no formals, que és on solen donar-se, tot garantint que es preserva l'essència d'aquest tipus de plantejaments, allò que els fa especials i diferents a d'altres propostes educatives. Alhora, malgrat parlar-se del Tinkering com una *metodologia*, existeix poc coneixement sobre quines són les característiques específiques d'aquesta metodologia que, conjuntament amb el disseny de l'espai, poden significar el tret diferencial d'una proposta Tinkering. D'altra banda, tampoc es té gaire coneixement sobre com es desenvolupa una *activitat tinkering*, és a dir, què és allò que fan, parlen i pensen els nens i les nenes quan estan en un espai Tinkering. En la literatura se sol parlar del caràcter lliure d'aquestes iniciatives, però la manca d'una estructura bàsica per plantejar i analitzar aquest tipus d'activitats limita el poder reflexionar en profunditat entorn d'aquest tipus d'activitats. En quart lloc, la revisió teòrica presentada anteriorment deixa palesa la manca d'evidències sobre quins són els *aprenentatges* que es poden donar a través d'aquest tipus de plantejament Tinkering, en especial pel que fa a les *pràctiques* científiques i de l'enginyeria. Finalment, en les recerques sobre Tinkering s'ha dit molt poc sobre la *facilitació* que té lloc en aquests espais. Des de la nostra perspectiva de l'educació basada en les interaccions socials, considerem crucial el paper que poden tenir els facilitadors en el desenvolupament i impacte d'una activitat tinkering i creiem que precisament és en aquesta facilitació on es pot marcar la diferència entre una activitat anecdòticament entretinguda i una experiència d'aprenentatge més profund.

En base a aquest incipient coneixement sobre el Tinkering i buscant oferir evidències que recolzin les potencialitats recollides en la literatura, s'han plantejat dos estudis orientats a aprofundir, de forma progressiva, en alguns d'aquests aspectes. El primer estudi (Estudi 1) té com a objectiu caracteritzar millor els espais Tinkering i les activitats que hi tenen lloc. Partint d'un enfocament més descriptiu-interpretatiu, l'Estudi 1 avança des d'una caracterització del Creativity com a espai i proposta metodològica Tinkering cap a una caracterització de l'activitat que hi té lloc. Alhora, i aprofundint en aquesta activitat, l'Estudi 1 busca recollir evidències sobre el potencial d'aprenentatge del Tinkering tenint en compte el que apunta la literatura i des de la perspectiva específica de la idea de pràctiques.

Per la seva banda, l'Estudi 2 es fixa en un aspecte molt concret de l'activitat que té lloc en l'espai tinkering: el rol dels facilitadors. En concret, l'estudi es planteja identificar els models d'intervenció que es donen en una activitat tinkering, relacionant aquests amb les tasques que es promouen entre els participants i amb les visions que els propis facilitadors tenen sobre el Tinkering com a proposta educativa.

En la següent secció es presenta el detall concret d'aquests estudis, definint els objectius que persegueixen en cada cas i especificant les preguntes de recerca a les que busquen donar resposta.

3.2 Objectius i preguntes de recerca

La recerca plantejada en aquesta Tesi s'ha dividit en dos Estudis, cadascun dels quals responen a objectius específics que, de manera complementària, busquen aprofundir en la comprensió del Tinkering com a fenomen educatiu a l'alça però mancat encara d'un cos robust d'evidències. La combinació dels dos estudis, plantejats com un estudi de cas, es pot entendre com una evolució de menor a major profunditat en l'estudi del fenomen (Figura 8).

| | | |
|----------|--|---|
| Estudi 1 | Caracterització basada en evidències del Tinkering com a espai, proposta metodològica i activitat des de la perspectiva didàctica de les pràctiques científiques i de l'enginyeria | Estudi 1.1 Caracterització d'un espai Tinkering: el cas del Creativity |
| | | Estudi 1.2 Caracterització de la proposta metodològica del Creativity |
| | | Estudi 1.2 Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity |
| | | Estudi 1.4 Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat Tinkering |
| Estudi 2 | Anàlisi del paper de la intervenció adulta en una activitat Tinkering | |

Figura 8. Resum dels estudis plantejats per a la consecució de la Tesi

3.2.1 Estudi 1. Caracterització basada en evidències del Tinkering com a espai, proposta metodològica i activitat des de la perspectiva didàctica de les pràctiques científiques i de l'enginyeria

L'Estudi 1, que té com a objectiu la caracterització del Tinkering com a context d'aprenentatge en el que fomentar les pràctiques científiques i les pràctiques de l'enginyeria, es divideix en 4 subestudis. El primer (Estudi 1.1), se centra en l'anàlisi del Creativity com a espai tinkering per tal de proposar un marc que permeti caracteritzar aquest tipus de contextos com a espais d'aprenentatge. Per la seva part, l'Estudi 1.2 es focalitza en la proposta metodològica amb què s'acompanya, es concep i planteja l'activitat educativa a l'espai. En tercer lloc, l'Estudi 1.3 pretén caracteritzar l'activitat que té lloc en aquest espai tinkering com a activitat d'aprenentatge STEM, la relacionant-la amb les característiques evidenciades en els Estudis 1.1 i 1.3, buscant identificar patrons de comportament i factors que influeixen en l'evolució de l'activitat. Finalment, l'Estudi 1.4 té com a objectiu analitzar el potencial d'aprenentatge de la metodologia Tinkering proposada en el sí del Creativity.

3.2.1.1 Estudi 1.1 Caracterització d'un espai tinkering: el cas del Creativity

Objectiu 1.1 Analitzar les característiques d'un espai tinkering per proposar un marc operatiu que permeti caracteritzar el Tinkering com a espai d'aprenentatge

1.1 Quines característiques presenta un espai tinkering ubicat en un context no formal?

3.2.1.2 Estudi 1.2 Caracterització de la proposta metodològica del Creativity

Objectiu 1.2 Analitzar les característiques d'una proposta d'educació no formal basada en la metodologia Tinkering

1.2 Quines característiques defineixen la metodologia Tinkering emprada en un espai tinkering específic?

3.2.1.3 Estudi 1.3 Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity

Objectiu 1.3 Estudiar l'activitat tinkering que té lloc en un espai tinkering per fer una proposta de caracterització que faciliti una visió estructurada d'una activitat no estructurada

- 1.3 Com es desenvolupa l'activitat dels nens i de les nenes en un espai tinkering ubicat en un context no formal?
- 1.4 Com afecten les característiques concretes de l'espai tinkering en aquest desenvolupament?
- 1.5 Quins patrons d'acció (seqüenciació de tasques, agents i motius d'evolució,...) es donen al llarg d'una activitat tinkering en un context no formal?

3.2.1.4 Estudi 1.4 Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat tinkering

Objectiu 1.4 Recollir evidències sobre el potencial d'aprenentatge del Tinkering en termes de la participació de l'alumnat en les pràctiques científiques i de l'enginyeria

- 1.6 En quines pràctiques (científiques i de l'enginyeria) participen els nens i les nenes al llarg d'una proposta metodològica basada en el Tinkering?

3.2.2 Estudi 2. Anàlisi del paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering

Per la seva banda, l'Estudi 2 aprofundeix en un dels aspectes evidenciats en l'Estudi 1. En concret, aquest segon estudi se centra en els facilitadors com a agents de canvi al llarg de les activitats. Més específicament, l'estudi busca

Objectiu 2.1 Identificar les limitacions i potencialitats dels models de facilitació que tenen lloc en un context Tinkering

- 2.1 Quins models d'intervenció adulta s'identifiquen en les activitats Tinkering en un context d'educació no formal i quina influència tenen aquests en les tasques portades a terme pels i per les participants?
 - 2.1.1 Com influencien les visions dels adults sobre el Tinkering en aquests models d'intervenció?

El plantejament dels estudis i subestudis s'ha fet de tal forma que els resultats d'uns serveixin de base, complementin o permetin interpretar els resultats dels altres. En aquest sentit, i tal com es pot observar en la Figura 9, els resultats de l'Estudi 1.1 i 1.2 serveixen com a base per a interpretar els resultats de l'Estudi 1.3. Per la seva banda, els resultats d'aquest Estudi 1.2 es prenen en consideració a l'hora de valorar els resultats de l'Estudi 1.4 i són el punt de partida per a l'Estudi 2.

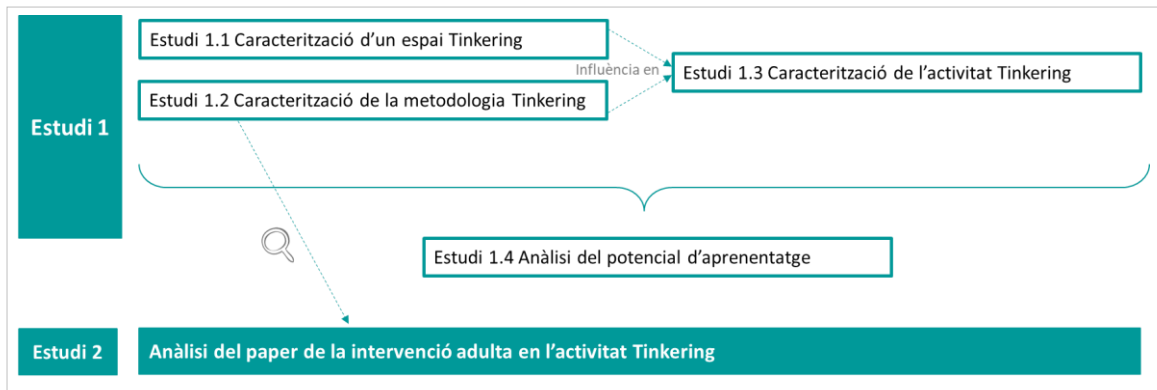


Figura 9. Relació entre els diversos estudis portats a terme

CAPÍTOL 4.

DISSENY DE LA RECERCA

4.1 Context

4.1.1 El Creativity: un espai tinkering al CosmoCaixa de Barcelona

La recerca proposada s'emmarca en un context educatiu no formal. Es tracta de l'espai Creativity del CosmoCaixa, una nova sala permanent inaugurada al desembre de 2015 i sense precedents en aquest museu. L'espai està pensat per a públic familiar amb nens i nenes d'entre 7 i 12 anys i per a grups escolars de cicle mitjà i cicle superior d'educació primària. Des de la seva apertura, l'espai s'ha anat consolidant i ja ha acollit més de 88.000 visitants.

En els seus 200 m² el Creativity compta amb quatre zones (algunes d'elles amb més d'un espai): Zona de Mecànica (amb l'espai d'engranatges i l'espai de les màquines de bales i pinball), Zona de Vent, Zona d'Electricitat i Zona de Llum (amb els espais d'ombres i l'stop motion) (Figura 10 i Figura 11). Tots ells s'inspiren en algunes de les activitats que es poden trobar en el Tinkering Estudio de l'Exploratorium de San Francisco, en el qual està inspirat.

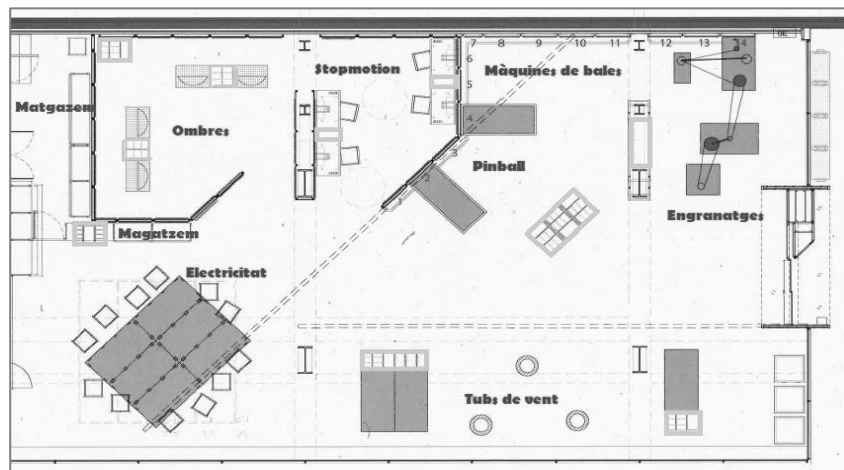


Figura 10. Croquis de l'espai Creativity del CosmoCaixa



Figura 11. Imatges dels espais del Creativity del CosmoCaixa

Taula 8. Descripció de les zones i espais del Creativity

| Zona: | Espai: | Descripció: |
|---------------------|-------------------|--|
| Vent | Tub de vent | Aquest espai consta d'una taula, tres tubs de vent i una calaixera amb tot tipus de material. En ell, els nens i les nenes solen construir objectes que després proven d'enlairar mitjançant els tubs de vent. |
| Electricitat | Electricitat | Es disposa d'una taula amb tamborets i carro amb calaixos on trobem materials com: cables, fonts d'alimentació (pila, dinamo, placa solar, etc.) i receptors (bombeta, timbre, joguina, etc.). En aquest espai, els nens i les nenes construeixen circuits elèctrics diversos. |
| Mecànica | Circuits de bales | Està format per grans parets verticals plenes d'orificis i dues taules inclinades, també amb petits forats. Disposa de dos carros amb tot tipus de materials (gomes elàstiques, tubs, tiges, pilotes petites, bales,...). Els nens i les nenes hi solen construir circuits pels que fan caure les bales o les pilotes. |
| | Engranatges | L'espai dels engranatges compta amb taules i parets verticals amb petits orificis, així com politges i corretges. En ell, s'hi acostumen a construir circuits de transmissió de moviment, encadenant els engranatges o les cadenes. |
| Llum | Stop motion | L'espai està distribuït en quatre taules. Cada taula disposa d'una pantalla d'ordinador i una càmera situada a la part superior de la pantalla enfocant la taula. Enmig de dues taules, hi trobem calaixeres amb diversos materials. L'espai està concebut per a que els nens i les nenes hi creïn pel·lícules basades en la tècnica de l'stop motion. Hi ha un panell amb quatre botons per poder esborrar, fer una foto i reproduir la pel·lícula. |
| | Ombres | L'espai d'ombres està constituït per quatre taules amb grans pantalles blanques. Al mig de les taules hi ha tot d'objectes de diversa naturalesa. Darrera de les pantalles hi ha una bombeta i una plataforma giratòria, que permet als nens i a les nenes fer ombres diverses que poden veure a través de les pantalles. |

En una sessió, d'entre una hora i mitja i dues hores, els participants (un màxim de 50 persones, entre adults i nens) es poden moure lliurement per totes els seus quatre zones. Sense tasques explícites a realitzar, cada sessió compta amb l'assistència de dos facilitadors que fan una primera introducció genèrica de l'espai, presentant cadascuna de les zones, explicant on es pot trobar el material i emfatitzant el caràcter lliure de l'activitat. Al llarg de les sessions, els facilitadors es van movent per les diverses zones, donant assistència als participants. Finalment, els facilitadors fan un breu tancament de la sessió.

4.1.2 Context de la recerca

En el moment de la concepció del Creativity, la Fundació Bancària la Caixa, responsable de l'espai, va sol·licitar al CRECIM de la UAB un acompanyament al llarg del primer any de llançament de l'espai. És en aquest context que sorgeix la recerca que es presenta en aquesta Tesi. Aquest acompanyament tenia tres objectius bàsics: d'una banda, definir com es volia que fos exactament l'activitat tinkering en el marc del Creativity. Davant dels desdibuixats límits que estableixen què és o què no un espai i una activitat tinkering, als responsables de l'espai se'ls presentaven diversos interrogants: Com han de ser els materials? Cal donar exemples

explícits? Cal marcar reptes tancats als participants?... En aquest sentit, es va demanar a l'equip d'investigadores quin era el marc al que calia acollir-se a l'hora de plantejar una activitat tinkering al Creativity. En segon terme, i en base a aquest marc, l'acompanyament també buscava recollir evidències sobre l'impacte de l'activitat. Sens dubte, el Creativity resultava una activitat molt diferent a les que se solen fer en aquest museu i calia entendre quins objectius era factible perseguir amb aquesta proposta. Finalment, l'acompanyament també perseguia ajudar a l'equip de facilitadors i facilitadores en la seva tasca al Creativity. Mentre la majoria dels facilitadors i de les facilitadores acostumaven a responsabilitzar-se de tallers tancats com els que se solen fer en els museus de ciència, el Creativity presentava un repte per a aquest perfil de professionals pel seu caràcter lliure i desestructurat. Buscant donar resposta a aquesta inquietud, es va dissenyar un pla de formació que va desplegar-se durant els cursos 2016-2016 i 2016-2017, incloent un argumentari per a les introduccions i el tancament de les sessions. Malgrat que les característiques i resultats d'aquesta formació no s'han inclòs en aquesta Tesi, caldrà tenir en compte aquesta circumstància a l'hora d'interpretar els resultats d'alguns estudis.

Aquest acompanyament es va fer des de les proves pilots del Creativity fins a un any després del seu llançament oficial. En una primera fase, les proves pilot van tenir lloc entre setembre i desembre de 2015. En aquest període, l'espai Creativity no existia com a tal però es va habilitar en el museu una zona en la que els visitants podien provar algunes de les zones previstes per a l'espai definitiu. Al desembre de 2015 va tenir lloc la inauguració de l'espai en el seu format definitiu, malgrat que en aquelles dates només estava obert per a públic familiar. No va ser fins al gener de 2016 que l'espai es va començar a obrir escoles, en forma de proves pilot. La consolidació definitiva de l'espai, amb visites familiars i escolars de forma continuada, es va donar al febrer d'aquell mateix any.

4.2 Metodologia

Un cop presentat el context de la recerca, en aquest apartat es detalla quina ha estat la metodologia emprada per a abordar els objectius de recerca plantejats en aquesta Tesi. En la primera part de la secció es presenta el paradigma en el que se situa la recerca i s'especifica el marc metodològic plantejat des d'aquest paradigma. Posteriorment, el segon apartat aborda la recollida de les dades utilitzades en la recerca i, finalment, la tercera part de la secció discuteix com s'ha portat a terme l'anàlisi d'aquestes dades.

4.2.1 Paradigma de la recerca i marc metodològic

La nostra recerca s'emmarca principalment en el **paradigma interpretatiu** de la recerca. En contrast amb el paradigma positivista, el paradigma interpretatiu es basa en la idea de que la realitat és un constructe social alhora que s'assumeix que no es pot deslligar de la subjectivitat de cada persona (Cohen & Crabtree, 2006; Neuman, 1997). Des d'aquesta perspectiva d'entendre la realitat, la recerca basada en el paradigma interpretatiu reconeix la influència dels valors del investigador o de la investigadora al llarg de tot el procés de recerca i es destaca el caràcter interpretatiu dels significats sorgits d'aquest procés que poden diferir, per tant, entre investigadors (De Villiers, 2005; Esterberg, 2002). Alhora, s'emfatitza la importància del context social en la recerca, tenint en compte que les interpretacions es fan en un context, situació i temps determinat i específic (Garrido, 2016; Neuman, 1997). Finalment, es destaca com a crític

el diàleg entre l'investigador i els subjectes d'estudi per tal de tenir un coneixement més sofisticat del context social analitzat (D. Cohen & Crabtree, 2006).

Considerat un enfocament adequat per a estudis del comportament humà i els fenòmens socials complexos, la perspectiva interpretativa considera que les metodologies qualitatives poden ser especialment indicades per a copsar els processos fluids de la realitat social en el seu context i per afavorir la generació de teories interpretatives (Neuman, 1997). Això no implica que totes les recerques basades en el paradigma interpretatiu siguin o hagin de ser de caire qualitatiu i, de fet, la nostra perspectiva és que l'ús de metodologies mixtes, integrant metodologies qualitatives i quantitatives, pot permetre l'assoliment d'objectius de recerca més matisats (Chilisia & Kawulich, 2012; Creswell, 2012; Garrido, 2016). En el cas concret de la nostra recerca, s'ha optat però per una **metodologia qualitativa**, tant pel que fa a les dades recollides com a l'anàlisi de les mateixes. Un enfocament qualitatiu de la recerca busca aprofundir en la comprensió d'un fenomen, provant de comprendre'n les diverses dimensions i d'explicar-ne les dinàmiques de les relacions socials. Més enllà d'una reducció numèrica de les variables, la recerca qualitativa busca analitzar motius, significats i idees (Bogdan & Biklen, 2003; Neuman, 1997; Queirós, Faria, & Almeida, 2017). Sovint, la metodologia qualitativa sol donar respostes a preguntes obertes i que tenen un caràcter exploratori, ja sigui perquè es tracta d'un àmbit sobre el qual encara hi ha poc coneixement (com seria el cas de la nostra recerca), existeixen resultats de recerca contradictoris o confusos o es tracta d'un tema amb una elevada complexitat (Elliott & Timulak, 2005). Per tant, coincidim amb autors com Erickson i Gutiérrez (2002) en què la metodologia qualitativa és essencial per analitzar i caracteritzar el *què* i el *com* d'un context educatiu, com a estadi previ a d'altres estudis focalitzats en analitzar els resultats i impacte d'aquest context educatiu.

Dins d'aquest marc metodològic qualitatiu, i degut a la voluntat exploratòria de la recerca, el disseny seleccionat per a aquesta recerca ha sigut l'**etnogràfic**. L'etnografia és un tipus específic d'estudi d'una experiència cultural o social en el seu context natural, de caràcter exploratori i que comporta una recollida de dades rica, contextualitzada i detallada (Neuman, 1997; Reeves, Peller, Goldman, & Kitto, 2013). Centrats en descriure, analitzar i interpretar els patrons compartits i comuns de comportament, creences i llenguatge d'un grup de persones en un context concret, els estudis etnogràfics impliquen una participació de l'investigador en el context sota estudi durant períodes perllongats (Ornek, 2008). Hi ha diverses perspectives respecte a com ha de ser aquesta participació. Mentre que alguns autors asseguren que el que caracteritza els estudis etnogràfics és la intervenció oberta i participant dels investigadors (Erickson, 1986; Vossoughi et al., 2013) d'altres afirmen que aquesta participació pot ser també coberta i no participant, existint un continu amb diferents nivells de participació dels investigadors (Hammersley & Atkinson, 2007; Reeves et al., 2013). En el que sí que coincideixen molts autors és en el fet que els estudis etnogràfics es basen en una diversitat molt gran de mètodes per a la recollida de dades, resultant en un enfocament holístic de la recerca en la que aquesta diversitat busca donar una explicació el màxim de complerta del fenomen observat (Erickson, 1986; Nurani, 2008; Reeves et al., 2013). D'entre aquests mètodes de recollida de dades destaquen les observacions (participants i no participants), les notes de camp, les entrevistes i documentació com fotografies o similar (Reeves et al., 2013). En base a aquesta riquesa de dades, metodologies com la triangulació, les descripcions denses o en detall i la teoria fonamentada són també destacades com a característiques dels estudis etnogràfics (Beach, Bagley, & M. da Silva, 2018). Malgrat que l'etnografia pot resultar limitada en termes de fiabilitat, ja que és difícil poder reproduir el context natural en el que un estudi etnogràfic ha tingut lloc, i de validesa, donat que es fa difícil poder acotar les variables a considerar, el cert és

que l'etnografia pot ser beneficiosa en recerques en entorns naturals com l'estudi d'una aula ja que la investigació resulta més realista que una recerca experimental generada en entorns ficticis i en la qual s'hagin manipulat certes variables (Nurani, 2008).

En concret, el disseny de la nostra recerca respon a una **combinació d'un estudi etnogràfic descriptiu i interpretatiu**, pel que fa a la caracterització del Creativity (com a espai, proposta metodològica i activitat (Estudi 1)) i un **estudi de cas múltiple interpretatiu** pel que fa a l'anàlisi del paper dels facilitadors en aquest context (Estudi 2) (veure Taula 9).

L'elecció de l'**estudi de cas** per a l'Estudi 2 ve donada per diversos motius. Tot i que en la seva definició més bàsica i extensa es considera que els estudis etnogràfics han d'incloure el punt de vista dels individus estudiats, els estudis de cas són un tipus molt específic dels estudis etnogràfics ja que poden centrar-se més en un programa, esdeveniment o activitat que involucra la participació d'un grup d'individus que no en el grup d'individus *per se* (Creswell, 2012). En la seva revisió sobre les recerques portades a terme en contextos de museus, André i col·legues (2017) confirmaven que la gran part de les recerques qualitatives portades a terme en la darrera dècada es basaven en estudis de cas, seguint l'enfocament que nosaltres plantejem per a l'Estudi 2 de la nostra recerca. L'estudi de cas es considera una forma versàtil d'investigació qualitativa que ofereix una visió completa, holística i en profunditat d'un fenomen complex (ja sigui un programa, una institució, una persona, un procés o una unitat social) tot considerant-ne el context (Merriam, 1998; Yazan, 2015; Yin, 2014). Existeixen diverses categories d'estudis de cas, prenent en consideració l'abast i objectiu d'aquest: exploratori, descriptiu, interpretatiu, explicatiu i avaluatiu (Zainal, 2007). D'entre aquests, destaquem els estudis de casos descriptius i interpretatius. Mentre que els primers busquen entendre en quin tipus o varietat es presenta el fenomen i quin aspecte té, oferint-se en un format primordialment narratiu, els segons aprofundeixen una mica més i s'interessen en analitzar per què es produeix el fenomen com es desenvolupa amb el temps, implicant una interpretació de les dades per part del investigador o de la investigadora tot desenvolupant categories conceptuals, recolzant o rebatent els supòsits fets en relació a les mateixes (Elliott & Timulak, 2005; Zainal, 2007). En el cas concret del nostre Estudi 2, s'ha optat per un estudi de cas interpretatiu doncs s'ha considerat adient per a analitzar el paper dels facilitadors en una proposta Tinkering, incloent perspectives com la pròpia visió dels facilitadors respecte a aquest tipus de context.

Prenent en consideració el nostre paradigma de recerca, les principals fonts de dades mencionades per als estudis de cas (observacions i notes de camp, entrevistes i documentació) (Yazan, 2015) i les característiques específiques del context de la nostra recerca, es van establir els mètodes per a la recollida de dades, centrant-se principalment en les observacions no participants, així com per a la posterior anàlisi de les mateixes des d'un marc interpretatiu basat en l'anàlisi temàtica i l'anàlisi del discurs.

Taula 9. Resum del paradigma de recerca i del marc metodològic per als estudis plantejats

| Estudi | | Paradigma | Marc metodològic | Metodologia de recollida | Metodologia d'anàlisi |
|---|--|---------------|---|---|---|
| Estudi 1. Caracterització basada en evidències del Tinkering com a espai, proposta metodològica i activitat des de la perspectiva didàctica de les pràctiques científiques i de l'enginyeria | Estudi 1.1 Caracterització d'un espai tinkering: el cas del Creativity | Interpretatiu | Qualitatiu: Estudi etnogràfic | Observació no participant <ul style="list-style-type: none"> - Notes de camp - Fotografies | Qualitatiu descriptiu: Anàlisi temàtica |
| | Estudi 1.2 Caracterització de la proposta metodològica del Creativity | | | Observació no participant <ul style="list-style-type: none"> - Notes de camp - Enregistrament àudio i vídeo - Fotografies - Entrevistes | Qualitatiu interpretatiu: Anàlisi del discurs |
| | Estudi 1.3 Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity | | | Observació no participant <ul style="list-style-type: none"> - Notes de camp - Enregistrament àudio i vídeo - Fotografies - Entrevistes | Qualitatiu interpretatiu: Anàlisi del discurs |
| | Estudi 1.4 Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat tinkering | | | Observació no participant <ul style="list-style-type: none"> - Notes de camp - Enregistrament àudio i vídeo - Fotografies - Entrevistes | Qualitatiu interpretatiu: Anàlisi del discurs |
| Estudi 2. Anàlisi del paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering | | | Qualitatiu: Estudi etnogràfic: Estudi de cas múltiple | Observació no participant <ul style="list-style-type: none"> - Notes de camp - Enregistrament àudio i vídeo - Fotografies - Entrevistes | Qualitatiu interpretatiu: Anàlisi del discurs |

4.2.1.1 Mètodes emprats per a la recollida de les dades

Des del principi del disseny de la recerca, i seguint amb el marc metodològic presentat més amunt, es va considerar que les observacions eren el mitjà més adient per a recollir les dades principals per a l'anàlisi. Més específicament es va optar per una metodologia basada en les **observacions no participants**.

Considerada la tècnica primordial de recollida de dades per als estudis etnogràfics, l'observació es caracteritza per ser una recollida sistemàtica de fenòmens o comportaments observables en un context natural (L. Baker, 2006). Alguns autors defineixen l'observació com un mètode de tres etapes. En una primera etapa, més descriptiva, els investigadors realitzen una observació àmplia per tenir una visió general del context. En una segona fase, l'observació passa a ser més focalitzada, restringint les activitats a observar en base als interessos de la recerca. Finalment, una observació selectiva permet analitzar les relacions entre els elements que s'han identificat com de major interès. Seguint aquest procés, es considera que l'observació finalitza quan s'aconsegueix la saturació teòrica, que es dona quan les observacions deixen d'aportar nova informació als investigadors (Liu & Maitlis, 2010).

El tipus d'observació que es pot portar a terme en una recerca ve definit per dues característiques principals: el nivell d'estructuració de l'observació i el rol de l'investigador/observador (Taber, 2013). Quant a l'estructuració de la recollida de dades basada en l'observació, aquesta pot realitzar-se mitjançant notes de camp lliures, destacant-se tot allò que sembli rellevant durant l'observació, o a partir de protocols d'observació que ja inclouen unes categories rellevants a tenir en compte. D'altra banda, i pel que fa al rol de l'observador, aquest pot moure's entre dos extrems diferents: actuar de forma coberta, sense ser visible, per a que la seva presència no influeixi en el que succeeix (observacions no participants) o formar part de la interacció que s'estudia (observacions participants). Mentre que el primer model pot presentar problemes de tipus ètic en relació al consentiment informat dels individus estudiats el segon pot generar dubtes quant a la influència de la seva participació en el desenvolupament de l'activitat analitzada. Alguns autors consideren que les observacions no participants fan referència tant a observacions en les que l'investigador o la investigadora està present en el context com aquelles en les que no (J. P. Williams, 2008), essent l'únic comú denominador el paper passiu de l'observador quant a la interacció amb els participants. D'altres autors parlen en canvi de l'observador "complet" com a denominació específica dels casos en què l'investigador o investigadora, malgrat ésser present en el context de l'activitat, no interactua en gran mesura amb els participants (L. Baker, 2006; Fàbregues Feijóo & Paré, 2010)³.

L'ús d'observacions no participants (o en les que el investigador o la investigadora no interactua amb els participants) presenta certs avantatges que les fan adients per al context i el propòsit de la nostra recerca. D'una banda, les observacions no participants es consideren discretes, fet que és altament recomanable en entorns amb nens petits, doncs aquests són fàcilment influenciats per mètodes més intrusius com les entrevistes o les enquestes (Van Schijndel et al.,

³ Per tal d'evitar confusions, al llarg del text es parlarà d'observacions no participants per a fer referència també a la idea d'observador complet, és a dir, observacions en les que, malgrat no interactuar, l'investigador o investigadora està present en el context d'estudi.

2010). Ahora, les observacions no participants són més adients en contextos en què l'activitat és de naturalesa espontània, com passa en el nostre context de recerca (J. P. Williams, 2008).

La complexitat que suposa l'observació com a mètode de recollida de dades, requerint sovint que l'investigador utilitzi una sèrie de tècniques, incloent els seus cinc sentits, per copsar el màxim d'informació requerida, s'agreuja en el cas de les observacions no participants. En aquests casos, la separació entre investigador i participants pot dificultar al primer l'escolta de les converses en la seva totalitat o la comprensió del significat complet d'un intercanvi d'informació entre els segons. En aquest sentit, l'observador pot recopilar més dades a través de la gravació de **vídeos**, l'enregistrament **d'àudios** o la realització de **fotografies** (L. Baker, 2006). Malgrat les implicacions ètiques que poden comportar aquestes tècniques de recollida de dades, i que abordarem més endavant, aquestes tres tècniques van ser les escollides, conjuntament amb les **notes de camp**, a l'hora de portar a terme la recollida de dades necessària per a aquesta recerca: els vídeos i els àudios com a font primària de la recerca, i les notes de camp i les fotografies com a font secundària.

L'ús de vídeos com a tècnica per a la recollida de dades compta amb una llarga trajectòria i consolidació en l'àmbit de la recerca educativa (Brückmann et al., 2007; Derry, 2007; Derry et al., 2010; Tomáš & Seidel, 2009). Sovint, es considera que l'enregistrament de vídeos possibilita una comprensió profunda del fenomen que s'estudia, destacant-se el seu caràcter únic per fer visible la comunicació (Tiberghien & Sensevy, 2012). D'una banda, permet recollir amb detall certa informació que, d'altra forma (amb notes de camp o enregistraments de so exclusivament, seria impossible de copsar i evidenciar com el llenguatge no verbal (Bergman, 2015). De l'altra, permet reproduir el fenomen enregistrat tantes vegades com sigui necessari, aportant nova informació que en una observació instantània podria passar desapercibuda i facilitant, per exemple, el compartir amb d'altres investigadors seleccions concretes del vídeo per a discutir-ne la codificació (Garrido, 2016; Grimalt, 2015; Jewitt, 2012).

A l'hora de plantejar una recollida de dades basada en l'ús de vídeos, cal tenir en compte certs aspectes. Sovint, els investigadors i les investigadores poden no preveure tot el potencial d'ús de les dades recollides en vídeo. Per garantir-ne l'efectivitat, és necessari planificar les gravacions de manera que aquest ús pugui ser el més ampli possible, evitant, per exemple, una focalització massa concreta en un pla petit i descontextualitzat de tot el conjunt del context (Barron, 2007; Derry et al., 2010). Ahora, cal considerar també les limitacions que pot tenir el registre en vídeo per si sol davant d'una activitat complexa en termes d'interaccions: diverses persones parlant alhora, moviment de les persones orientat la veu en sentit oposat a on està situada la càmera, esdeveniments simultanis, soroll ambiental... En aquests sentit, alguns autors recomanen complementar les gravacions de vídeo amb gravacions d'àudio, situant en la mesura del possible gravadores de so a prop d'aquells individus dels quals es voldran analitzar diàlegs o comunicació verbal en general (Derry, 2007; Grimalt, 2015).

En el context concret de l'educació formal, i en especial en el cas dels museus, l'ús dels vídeos com a mitjà per a recollir dades està àmpliament estès, tant per estudiar les interaccions entre els participants com per ajudar a l'autoreflexió dels facilitadors respecte a la seva pròpia pràctica (Andre et al., 2017). Aquesta rellevància de l'ús de vídeos com a dades s'explica en part per la necessitat de garantir que es cospa la narrativa completa de l'activitat analitzada. Tenint en compte que, sovint, en els espais no formals es dóna una discontinuïtat del discurs, en especial en aquelles activitats no estructurades i en les que no hi ha una tasca clara que guii l'activitat, els vídeos esdevenen una eina clau per a poder cohesionar els components en què es divideix

aquest discurs, incomplets de forma independent, però que acaben prenent sentit de forma acumulativa amb el temps (Ash, 2007).

D'altra banda, cal destacar que, mentre que la recollida de dades basada en vídeos i àudios permet fer l'observació contínua i oberta que requereixen els contextos naturals, per la seva complexitat i caràcter imprevisible, l'ús de notes de camp permet complementar les dades enregistrades audiovisualment incloent informació contextual difícilment recollida en els vídeos i àudios i implicant un primer nivell d'interpretació per part de l'investigador (Grimalt, 2015; Tessier, 2012). Cal tenir en compte que aquestes notes de camp han de ser preses de la forma més propera amb el temps a les observacions, ja que la informació que oblidem augmenta de manera accelerada amb el pas del temps (L. Cohen, Manion, & Morrison, 2013). En la nostra recerca, aquestes notes de camp es van considerar també per a la recollida de dades, servint com a complement de les dades enregistrades en àudio i vídeo. Finalment, i quant a les tècniques utilitzades per a recollir dades observacionals, sovint els investigadors utilitzen materials addicionals com documents, artefactes o dades visuals com fotografies per aportar informació addicional sobre el tema tractat o el context estudiat (Johnson, 2017). En el context de la nostra recerca, aquest tipus de font de dades, en concret les fotografies, es va considerar com a evidències de suport per a la resta de dades recollides.

Adicionalment a les observacions, en el disseny de la recerca es va plantejar l'ús de les **entrevistes** com a font de dades secundàries. En concret es van plantejar aquestes entrevistes amb dues finalitats ben diferents. D'una banda, unes entrevistes destinades a recollir informació que pogués triangular-se (Yin, 2009) amb totes les dades recollides mitjançant el procés d'observació descrit anteriorment (enregistraments en vídeo i àudio, notes de camp i fotografies). De l'altra, es va plantejar també l'ús de les entrevistes més en profunditat destinades a obtenir nova informació, complementària a la recollida a través de les observacions. En ambdós casos es va optar per un disseny d'**entrevista semiestructurada** (Rubin & Rubin, 2012).

Sens dubte, les entrevistes són també un dels mètodes essencials de la recerca qualitativa ja que permet recollir el punt de vista dels participants respecte a una experiència (Bogdan & Biklen, 2003). Basada en la conversa, l'entrevista qualitativa busca construir significat a partir d'una relació directa entre l'entrevistador i l'entrevistat a partir de la qual el primer es va aproximant a la interpretació del fenomen d'estudi des de la perspectiva del segon (Warren, 2002). D'entre la tipologia d'entrevistes qualitatives, les entrevistes semiestructurades es caracteritzen per estar obertes a un cert grau d'improvisació, com a resposta al desenvolupament de l'entrevista. En aquest tipus d'entrevista, l'investigador o la investigadora preestableix els temes sobre els que vol parlar i prepara una estructura amb algunes preguntes i possibles subpreguntes, però en el desenvolupament de l'entrevista l'ordre i aprofundiment en cadascuna de les preguntes pot variar segons (Rubin & Rubin, 2012). Aquesta flexibilitat permet una exploració de les percepcions i opinions de perfils d'entrevistats molt diversos entorn a una temàtica que pot ser complexa, deixant així espai a respostes inesperades que poden portar a noves preguntes no previstes (Mason, 2004).

4.2.1.2 Mètodes emprats per a l'anàlisi de les dades

Tant els objectius de la recerca com la naturalesa de les dades recollides van permetre definir les metodologies d'anàlisi seleccionades per a dur a terme la recerca. Dins d'un marc interpretatiu, es va partir de metodologies més descriptives per arribar a metodologies més interpretatives d'acord amb l'aprofundiment progressiu previst en els estudis (Figura 8).

En un primer terme, i per tal de donar resposta a l'Estudi 1.1 i l'Estudi 1.2, l'anàlisi de les dades es va fer seguint una **anàlisi temàtica**, una metodologia consistent en la identificació de patrons dins de les dades (Boyatzis, 1998; Braun & Clarke, 2006) que permet aproximar-se a la creació de significat en investigacions de diversos tipus, inclosos els estudis de cas (Lapadat, 2010). Aquest reconeixement de patrons resulta en una emergència de temes que poden esdevenir categories d'anàlisi (Yukhymenko, Brown, Lawless, Brodowinska, & Mullin, 2014). En un intent de plantejar unes directrius per a dur a terme l'anàlisi temàtica Braun i Clarke (2006) van proposar sis fases d'anàlisi: familiarització amb les dades, generació de codis inicials, cerca de temes, revisió dels temes, definició i denominació dels temes i generació de resultats (Vaismoradi, Turunen, & Bondas, 2013). Dins d'aquestes fases, se sol treballar amb un enfocament híbrid que combina tant l'anàlisi deductiva, basada en categories ja preestablertes per, per exemple, una revisió bibliogràfica sobre el tema, com inductiva, amb categories emergents de les dades (Fereday & Muir-Cochrane, 2006; Yukhymenko et al., 2014). L'anàlisi temàtica és especialment interessant per a reduir i gestionar grans volums de dades sense perdre el context, apropar-se o submergir-se en les dades, organitzar-les i resumir-les, i centrar-ne la interpretació (Lapadat, 2010), permetent així una anàlisi holística de totes les dades recollides (Packer, 2018).

Més allà d'aquesta anàlisi descriptiva, la recerca es va basar principalment en l'**anàlisi del discurs** (Gee, 2011). Aquesta metodologia d'anàlisi, sorgida en l'àmbit lingüístic però àmpliament usada en la recerca qualitativa en educació (Warriner, 2008), es caracteritza per entendre el llenguatge com un mitjà per a construir, en lloc de reflectir, la realitat (Couso, 2009; Georgaca & Avdi, 2011). Des d'aquesta perspectiva, es contempla la interpretació del significat situat com una de les tasques a portar a terme, entenent aquest com el significat d'un discurs en un context i situació específics i particulars (Gee, 2011). Malgrat que primordialment l'anàlisi del discurs s'ha centrat en el llenguatge, cada vegada més investigadors inclouen en la idea de discurs la combinació del llenguatge amb altres modalitats de comunicació com les imatges, la simbologia científica, la gestualitat, les accions, la música i el so. És el que alguns autors anomenen l'anàlisi del discurs **multimodal** (Jones, 2013; McNeill, Levy, & Duncan, 2015; O'Halloran, 2011). La recent inclusió d'una perspectiva socio-cultural en la recerca educativa en contextos no formals i informals ha portat a l'ús de l'anàlisi del discurs com una metodologia cada vegada més central (J. Osborne & Dillon, 2007).

El registre audiovisuals d'activitats d'ensenyament i aprenentatge, com el portat a terme en aquesta recerca, permeten recollir intercanvis de comunicació no verbals i interpersonal que poden ser considerats en aquesta anàlisi multimodal del discurs per tal d'interpretar els significats de les interaccions analitzades (Chan, 2014). En aquest sentit, considerem rellevant destacar la potencialitat i versatilitat que suposa per a aquest tipus d'anàlisi l'ús dels **softwares d'anàlisi de dades qualitatives** (QDAS, per les seves sigles en anglès). Aquest tipus de programari, cada vegada més estès en la recerca qualitativa (Zhao, Li, Ross, & Dennis, 2016), permeten agilitzar l'anàlisi de dades qualitatives, facilitant la gestió d'una àmplia quantitat de dades de diversos tipus i permetent una anàlisi holística de les mateixes (Antoniadou, 2017). Per a alguns autors, a més, l'ús d'aquestes eines pot servir per a plantejar nous enfocaments de

recerca i promoure una anàlisi més reflexiva per part dels investigadors (Woods, Macklin, & Lewis, 2016; Woods, Paulus, Atkins, & Macklin, 2015). En el nostre cas es va considerar que l'ús d'un QDAS, específicament l'Atlasti v8, permetia enfocar l'anàlisi de les dades recollides en registre audiovisual seguint els mètodes d'anàlisi del discurs descrits anteriorment.

Finalment, i per tancar el bloc sobre els mètodes emprats en l'anàlisi de les dades, és important destacar que el marc metodològic per a l'anàlisi de les dades s'ha basat principalment en el **mètode de comparació constant** (Kolb, 2012; Taylor & Bogdan, 1998), anant i tornant de les dades a la teoria per tal de combinar les dimensions i categories provinents de la pròpia literatura (anàlisi deductiva) amb aquelles emergents sorgides de les dades (anàlisi inductiva), resultant així en una recerca basada en la **teoria fonamentada** (grounded theory) (Glaser & Strauss, 1967).

4.2.2 Recollida de dades

Les dades d'aquesta investigació es van recollir de setembre de 2015 a setembre de 2016. En el marc d'una investigació qualitativa interpretativa, es van realitzar observacions no participants tant amb públic escolar com amb públic familiar, plantejant-se una recollida de dades en dues fases. La primera, més exploratòria, es va basar en observacions generals de sessions Creativity, incloent la recollida d'informació a partir de notes de camp i protocols d'observació. En base a aquesta primera recollida de dades més genèrica, es va definir una segona fase de recollida de dades més focalitzada i sistematitzada.

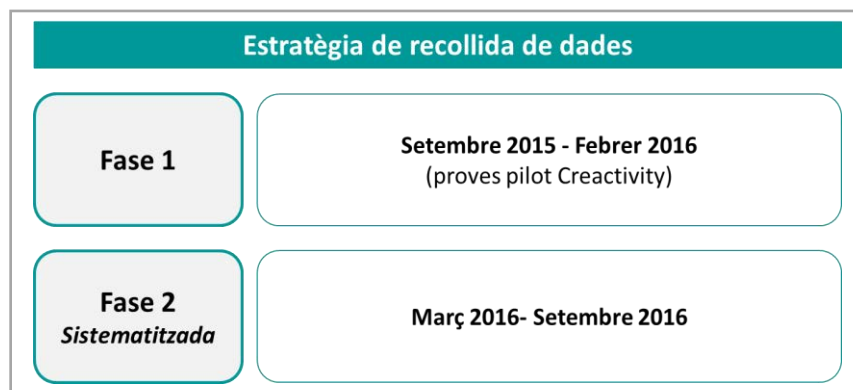


Figura 12. Resum de l'estratègia de recollida de dades en dues fases.

4.2.2.1 Primera fase de recollida de dades

La primera fase de recollida de dades va coincidir amb el mateix llançament de l'espai Creativity. De fet, les primeres observacions d'aquesta fase exploratòria es van portar a terme durant les sessions pilot del Creativity que van tenir lloc al setembre de 2015, quan l'espai Creativity encara no tenia el seu format definitiu, i al desembre del mateix any, ja amb l'espai Creativity instal·lat però en fase de proves. Fruit d'aquestes circumstàncies, i de la falta de coneixement sobre com es volia que fos el Creativity, la primera fase de recollida de dades es va plantejar de manera molt exploratòria, utilitzant-se les **notes de camp** com a principal mecanisme de recollida de dades (Figura 13).

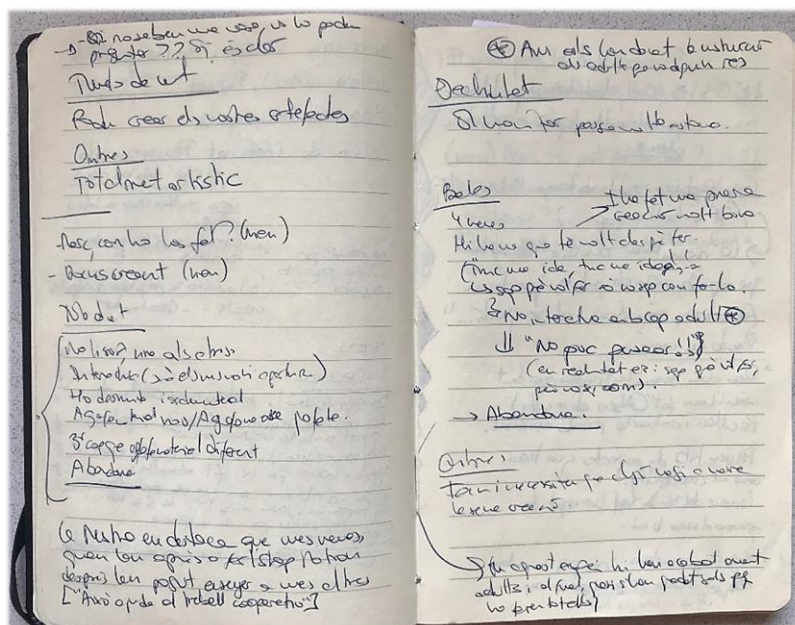


Figura 13. Exemple de les notes de camp preses durant la recollida exploratòria de dades.

Donat que les primeres proves pilot només es van portar a terme amb públic familiar i que no va ser fins a gener de 2016 que van començar a dur a terme les primeres proves amb escoles, la fase exploratòria de recollida de dades es va allargar fins a febrer del 2016. En concret es van realitzar 8 observacions amb públic familiar i 1 amb públic escolar, resultant en un total de 14 hores d'activitat Creativity recollides en aquesta primera fase exploratòria. En l'Annex II es pot trobar una compilació de totes les notes de camp preses al llarg d'aquestes observacions (els noms de les escoles i els noms dels participants han estat omesos i les imatges distorsionades, per qüestions ètiques de la recerca).

Taula 10. Resum de sessions observades al llarg de la primera fase exploratòria de recollida de dades.

| Nº de sessions observades en la recollida de dades exploratòria | Públic familiar (1,5h) | Públic escolar (2h) |
|---|------------------------|---------------------|
| | 8 | 1 |
| Nº total d'hores observades | 14 h | |

La naturalesa de les observacions en aquesta fase exploratòria va ser diversa segons les sessions. En un principi es van fer observacions globals tot i que cap al final algunes de les observacions es van focalitzar més en espais concrets o en perfil de persones específiques, com els facilitadors i les facilitadores de les sessions. En aquest sentit, les notes de camp es van complementar amb **protocols d'observació** que van permetre sistematitzar la recollida de dades, garantint que s'incloïa informació tant dels espais com dels participants així com d'altres factors com per exemple la introducció feta pels facilitador al principi de cada sessió. Un protocol més genèric va ser definit després de diverses iteracions, actualitzant-se a partir de les observacions fetes en les sessions i també a partir de referents teòrics que es van identificar com a rellevants en base a les informacions que s'anaven recollint (Bevan et al., 2015; Brooke & Solomon, 1998; Nicholson, 1972) (Figura 14). A banda, es van elaborar protocols d'observació *ad hoc* per a

aquelles observacions més focalitzades i específiques. Tant el protocol genèric (i les seves iteracions) com els protocols específics es recullen a l'Annex III. Moltes de les observacions recollides tant en les notes de camp com en els protocols d'observació es van acompanyar de **fotografies** preses durant les observacions. Cal destacar que en aquesta fase exploratòria de recollida de dades, la recerca va comptar amb la participació d'estudiants del Grau de Primària de la Facultat d'Educació de la UAB.

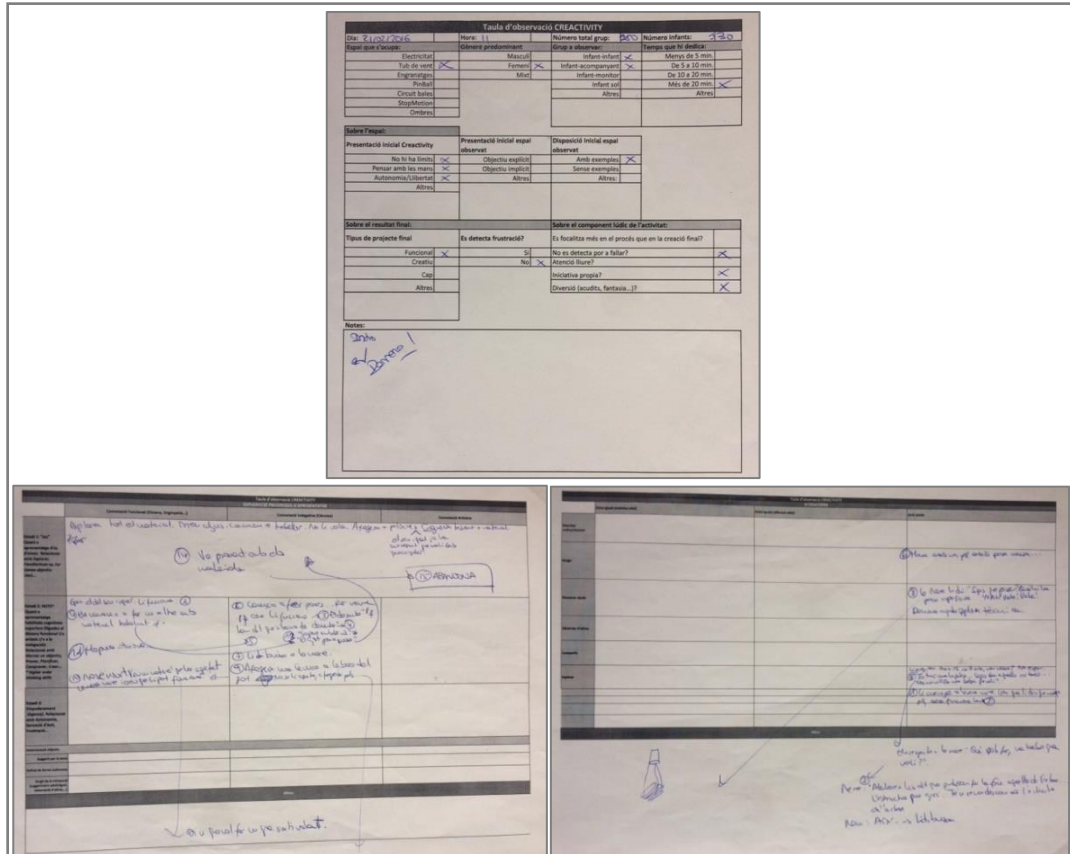


Figura 14. Exemple d'ús dels protocols d'observació dissenyats per a la fase exploratòria de recollida de dades

Com a **material addicional** per a aquesta fase exploratòria també es va considerar un informe intern del CosmoCaixa sobre les proves pilot del Creativity i la documentació generada pels responsables del museu per a presentar al Creativity (argumentari per convidar als centres educatius a participar en les proves pilot i un primer guió d'introducció a les sessions), així com fotografies publicades a les xarxes pel mateix CosmoCaixa o per usuaris de l'espai. Finalment, en aquesta primera fase de recollida de dades també es va fer una cerca d'**exemples d'activitats Tinkering** arreu del món. Aquesta cerca es va fer principalment a través de les pàgines web dels espais Tinkering més representatius (Tinkering Studio a l'Exploratorium de San Francisco i Tinkering Zone al Museu Nacional de la Ciència de Milà, entre d'altres) o d'espais amb característiques similars tot i no ésser anomenats Tinkering (com l'espai Lab 0_6 de la Universitat de Manresa) així com a partir d'una cerca genèrica a Google de "Tinkering & Education".

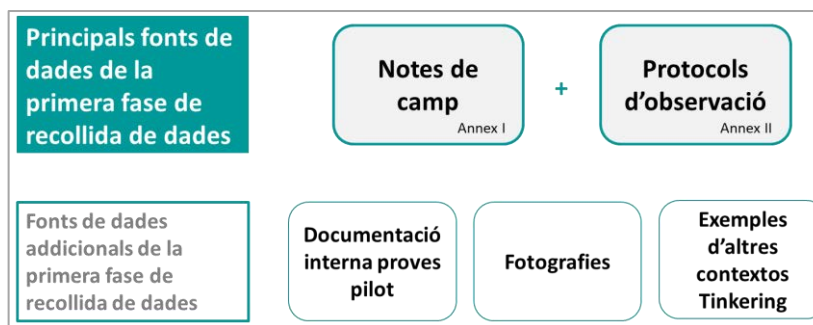


Figura 15. Resum de les fonts de dades utilitzades en la primera fase de recollida de dades (exploratori).

En base a les observacions fetes en aquesta fase pilot es van prendre diverses decisions que van condicionar la segona fase de recollida de dades. En concret, es va decidir optar per l'enregistrament en vídeo i àudio de les sessions Creativity com a complement a les notes de camp per tal de garantir que es copsava tot el que allà hi passava. L'objectiu era poder copsar la complexitat de l'activitat i tornar a les dades tantes vegades com fos necessari. Aquesta decisió va tenir una conseqüència immediata que va ser la impossibilitat de fer aquesta recollida de dades per al cas de públic familiar. La necessitat de gestionar permisos d'imatge i la manca de dades de contacte dels participants de públic familiar van fer impossible plantejar la recollida de dades prevista amb aquest tipus de sessions. Per tant, la segona fase de recollida de dades es va centrar en les sessions de públic escolar. Els detalls concrets d'aquesta segona fase de recollida de dades es detallen a continuació.

4.2.2.2 Segona fase de recollida de dades

La segona fase de recollida de dades es va portar a terme de març a setembre de 2016. En total es van observar de 14 sessions Creativity amb públic escolar. Aquestes sessions corresponien a 11 escoles diferents donat que, en alguns casos, una mateixa escola participava en dues sessions (Taula 11).

Taula 11. Resum de les dades recollides en la segona fase de la recollida de dades (gener-setembre 2016)

| | | Públic escolar (2h) |
|--|-----------------|------------------------|
| Nº de sessions observades en la segona fase de recollida de dades | | 14 |
| Nº de sessions enregistrades en vídeo i àudio | | 14 |
| Nº total d'hores enregistrades en vídeo y àudio | | 28 h |
| Entrevistes | Facilitadors/es | 4 |

Aquesta recollida de dades es va plantejar amb un enfocament més sistemàtic, emprant els **enregistraments en vídeo i àudio** com a font principal de dades (excepte per al cas del públic familiar). Per tal de garantir un tractament ètic de les dades dels menors es van sol·licitar a les escoles els corresponents permisos d'enregistrament d'imatges per a ús exclusiu de la recerca (Annex IV). Alhora, s'ha procurat mantenir l'anonimat de les persones i s'ha buscat garantir la seguretat quant a l'emmagatzematge de les dades per tractar-se de material sensible (vídeos).

Les característiques específiques de l'espai Creativity i els recursos disponibles per als enregistraments (dues càmeres amb trípode i tres gravadores de veu) van condicionar

l'estratègia seguida a l'hora d'abordar la recollida de dades. La impossibilitat de seguir un nen o una nena al llarg de la sessió amb el material d'enregistrament disponible va portar a optar per centrar l'enregistrament d'un espai concret en cadascuna de les sessions observades. Així, en cada sessió es van situar càmeres i gravadores de tal forma que permetessin recollir el màxim d'informació sobre el que passava al llarg de tota la sessió en l'espai seleccionat. La Taula 12 resumeix l'estratègia d'ubicació en cadascun dels espais dels instruments d'enregistrament emprats en la segona fase de la recollida de dades.

Taula 12. Ubicació dels instruments d'enregistrament (àudio i vídeo) en els diferents espais del Creativity

| Espai | Càmeres | Gravadores | Ubicació |
|----------------------------|---------|---------------------------------|----------|
| Tub de vent | C1, C2 | G1, G2* *Carro materials | |
| Engranatges | C1, C2 | G1, G2 | |
| Pinball + Màquina de bales | C1, C2 | G1, G2 | |
| Electricitat | C1, C2 | G1, G2, G3* *Carro materials | |
| Ombres | C1, C2 | G1, G2 | |
| Stop motion | C1, C2 | G1, G2 | |

Aquesta estratègia d'enregistrament d'àudio i vídeo va permetre obtenir dades per a cadascun dels espais (Taula 13), essent l'espai de bales l'espai amb més sessions enregistrades i la zona de llum, amb els espais d'ombres i de Stop motion, la que compta amb menys dades recollides. En cada sessió, a banda d'enregistrar el que succeïa en una zona concreta, s'enregistraven tant la introducció com la cloenda feta pels facilitadors. Cal destacar que el constant funcionament dels tubs de vent i l'elevada mobilitat dels participants al llarg de tota una sessió van comprometre en algun moment la qualitat de les dades enregistrades essent, en certs casos, menor del que s'esperaria pel que fa principalment al nivell de claredat dels àudios.

Taula 13. Nombre de sessions enregistrades en àudio i vídeo a cadascun dels espais.

| Espai | Nº de sessions enregistrades |
|--------------|------------------------------|
| Bales | 4 |
| Electricitat | 3 |
| Tubs de Vent | 3 |
| Engranatges | 2 |
| Ombres | 1 |
| Stop motion | 1 |

Aquests enregistraments en vídeo i àudio es van complementar amb **notes de camp**, tal i com s'havia fet en la primera fase exploratòria (també incloses en l'Annex II). Precisament, mitjançant aquestes notes de camp, durant les observacions es van identificar *in situ* alguns casos (entre 3 i 6 per sessió) que, potencialment, podrien ser interessants de tenir en compte per a l'anàlisi posterior de les dades (p.e.: grups de nens/es que destinaven gran part del temps a l'espai observat, interaccions riques amb els facilitadors i les facilitadores...). L'ús de **fotografies** també va ser considerat per tal de completar la informació recollida mitjançant les notes de camp.

Finalment, també es van portar a terme **entrevistes** amb els facilitadors i facilitadores de l'espai Creativity que havien participat en les sessions observades (Taula 11). Les entrevistes es van fer seguint un guió d'entrevista semiestructurada i van ser enregistrades en àudio completant així les notes preses durant les mateixes. En concret, a banda de recollir informació general sobre la seva experiència prèvia professional, l'entrevista estava orientada a recollir la valoració dels facilitadors i de les facilitadores quant a les característiques clau del Creativity, la seva percepció sobre quin era o havia de ser el seu paper en les sessions així com una valoració sobre l'evolució d'aquest paper a mida que l'espai havia anat madurant. El guió d'aquestes entrevistes semiestructurades es pot trobar a l'Annex V. Addicionalment es van entrevistar alguns dels participants, tant infants (11) com adults (mestres i altres acompanyants com pares i mares, 12). Aquestes entrevistes, però, no es van incloure finalment en l'anàlisi doncs no van aportar informació rellevant als resultats obtinguts en els diversos estudis portats a terme.

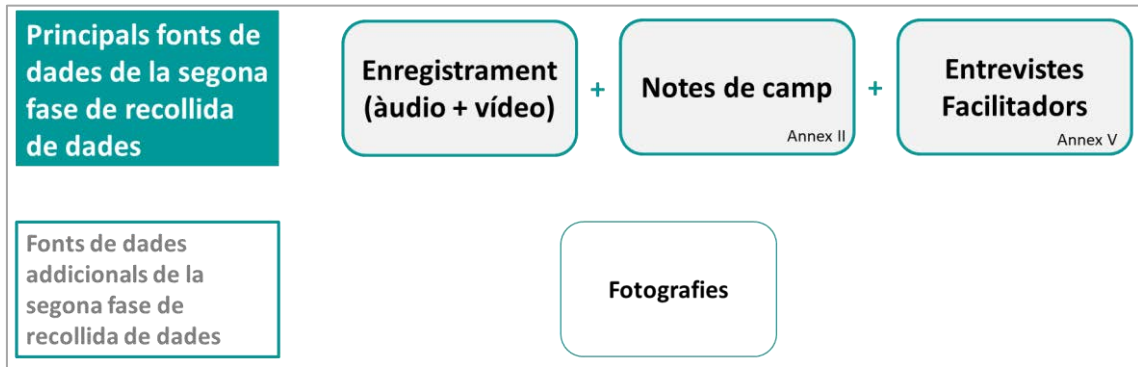


Figura 16. Resum de les fonts de dades utilitzades en la segona fase de recollida de dades.

4.2.2.3 Tractament de les dades recollides

Donada la gran quantitat de dades compilades així com la complexitat de l'estratègia de recollida de dades en vídeo i àudio, tant les dades recollides en la primera fase com les dades corresponents a la segona fase de recollida de dades van ser tractades per tal de garantir una gestió més àgil de les mateixes i per facilitar-ne el seu ús en les posteriors anàlisis. El tractament de dades va consistir principalment en la digitalització de les dades recollides de forma manual, l'establiment d'un sistema de codificació de la documentació així com la reducció de les dades audiovisuals a partir d'una edició de les mateixes.

Tractament de les dades recollides en la primera fase

El principal tractament de les dades recollides en la primera fase va consistir en la **digitalització** de les notes de camp i de la informació recopilada en els protocols d'observació, transcrivint les mateixes a un únic document de text. L'objectiu d'aquesta digitalització i unificació de les dades va ser facilitar la cerca d'informació per, per exemple, paraules clau. Aquest document es va enriquir amb la inclusió de les fotografies preses al llarg de les observacions exploratòries. El resultat d'aquest procés de tractament és el que es recull en l'[Annex II](#).

Finalment, els exemples d'altres contextos Tinkering es van recopilar tots en un full de càlcul, classificant els mateixos segons l'espai o context Tinkering al qual corresponien i segons una primera classificació de tipologies d'activitats: de disseny, artístiques o de ciències.

Tractament de les dades recollides en la segona fase

Quant a les dades recollides en la segona fase, els procediments van ser idèntics pel que fa a les dades recollides de forma manual (transcripció en digital, unificació en un sol document de text de totes les notes de camp i inclusió de les fotografies corresponents).

Pel que fa a les dades enregistrades en vídeo i àudio, es va fer una primera classificació assignant a cadascuna de les escoles observades un **codi d'escola** (E1, E2, E3,...). Per als casos en què una escola havia estat observada en més d'una sessió, es van utilitzar codis diferents per a cadascuna de les sessions. Per tant, un codi E_i corresponia a una sessió amb una escola concreta en una sessió determinada (en tots els casos observats les sessions amb escoles repetides tenien lloc en espais diferents, per tant el codi corresponia també a una escola concreta en un espai determinat). Els diversos vídeos enregistrats es van etiquetar seguint aquesta codificació. Tenint en compte que d'una mateixa sessió es van registrar diversos vídeos (hi havia dues càmeres i, donada la durada de les sessions, cada càmera havia generat de manera automàtica més d'un vídeo per sessió seguint una limitació temporal preestablerta per la pròpia càmera) els vídeos es van codificar també de forma seqüencial utilitzant els codis d'escola primer i identificant el

clip de vídeo després (VE1_1, VE1_2, VE1_3,... VE_i). Per tal de garantir una ràpida cerca de cadascun dels vídeos es va generar una base de dades en la que s'identificava cada clip amb la ubicació de la càmera corresponent (veure Taula 12). El mateix procediment es va seguir amb els documents d'àudio, utilitzant els codis AE1_1, AE1_2, ... AE_i_k per identificar cadascun dels àudios enregistrats. Al contrari que en el cas dels vídeos, però, cada gravadora va generar només un document d'àudio, per al qual cosa un mateix document d'àudio es corresponia amb més d'un clip de vídeo.

Taula 14. Exemple de codificació de les dades enregistrades en vídeo i àudio durant l'activitat.

| Clip de vídeo | Ubicació de la càmera | Documents d'àudio |
|---------------|-----------------------|-------------------|
| VE1_1 | Zona Mecànica Dreta | AE1_1; AE1_2 |
| VE1_2 | Zona Mecànica Dreta | |
| VE1_3 | Zona Mecànica Dreta | |

Adicionalment, es van **codificar també els casos destacats** en les notes de camp per a cada escola. Entenent cada cas com una unitat d'anàlisi (UA_i), es va codificar cada cas utilitzant el codi d'escola. Així, el cas 1 de l'escola 1 es va identificar amb el codi UA1E1 i així successivament.

Un cop realitzada aquesta codificació, es va procedir a l'**edició dels vídeos** corresponents a cada cas. Per a dur a terme aquesta edició es va fer un primer visionat exploratori de tots els vídeos corresponents a una mateixa unitat d'anàlisi. Donat que al llarg de les dues hores de durada d'una activitat al Creativity un mateix nen o una mateixa nena podia anar i tornar diverses vegades a un mateix espai, aquest visionat exploratori va permetre identificar els clips de vídeo en què apareixia cadascun dels casos identificats (per exemple el cas UA1E11 apareixia als clips VE11_1, VE11_2, VE11_3 i VE11_4). Aquest primer visionat exploratori va permetre a més confirmar quins d'aquells casos identificats *in situ* eren veritablement rellevants per a tenir en compte en les posteriors anàlisis alhora que va ajudar a identificar nous casos que es van incloure com a potencials unitats d'anàlisi (veure apartat 4.2.3.3 i 4.2.3.4 per a més informació). Un cop identificats tots els clips, es va procedir a reduir la seva qualitat per tal de permetre'n una gestió més àgil dels mateixos i la seva posterior edició orientada a obtenir un únic document de vídeo per a cada unitat d'anàlisi.

Aquest procediment d'edició per obtenir un document únic per a cada cas va consistir, d'una banda, en la fusió de cada clip de vídeo corresponent a un cas en un únic document de vídeo. En aquesta fusió, es van retallar aquells fragments en els que els participants observats no apareixien per tal de reduir la durada del document i facilitar-ne així les anàlisis posteriors.

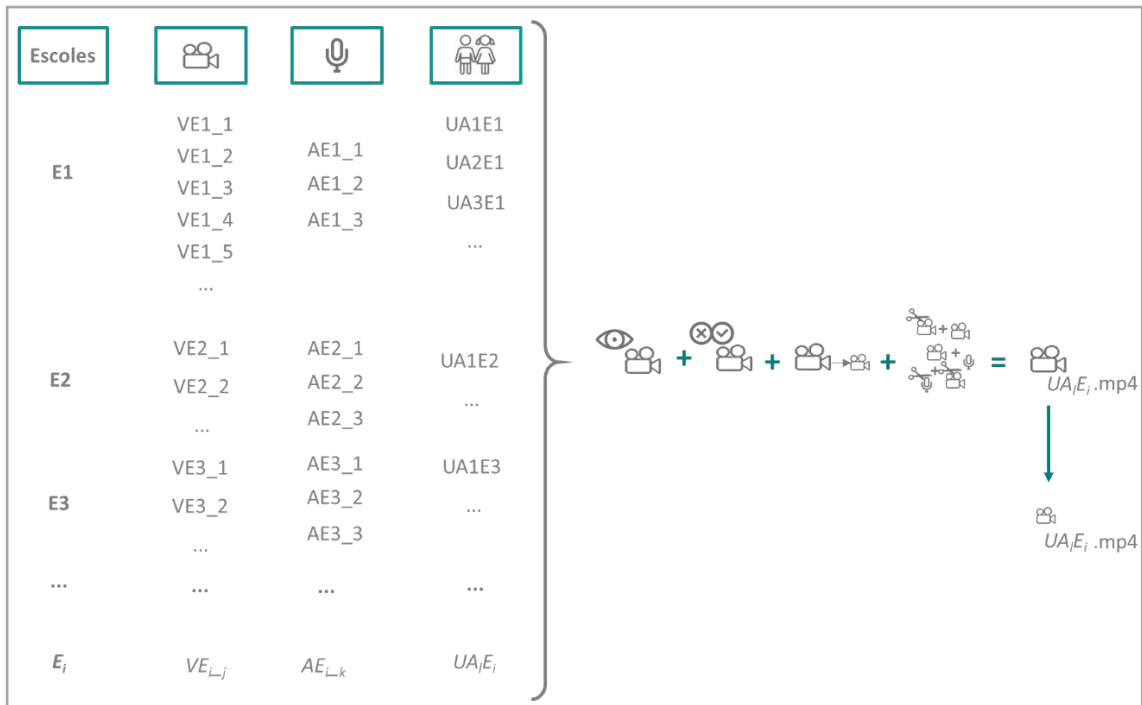


Figura 17. Procés d'edició de les dades enregistrades en àudio i vídeo per tal d'obtenir un únic document de vídeo per a cada cas susceptible d'anàlisi.

Alhora, en molts fragments del vídeo, es va integrar l'arxiu d'àudio corresponent. Aquesta integració no es va fer amb tots els fragments de vídeo perquè, donada la gran mobilitat dels participants al llarg de la sessió, en alguns instants la qualitat de l'àudio enregistrat amb el vídeo era millor que el recollit amb les gravadores (per exemple, les càmeres captaven millor el so dels participants en acostar-se als calaixos de materials en el cas de l'espai de bales i pinball). Aquest procediment va ser molt costós ja que, com hem exposat anteriorment, la durada dels arxius d'àudio no es corresponia amb la durada dels diversos clips de vídeo i va ser necessari cercar, en tot moment, la correspondència entre un moment determinat d'un vídeo amb el d'un àudio.

Com a resultat d'aquest procés d'edició es va obtenir un vídeo per a cada cas. Cada document de vídeo únic es va desar en format *.MP4* amb el nom corresponent a cada cas (*UA_jE_i*) i se'n va fer una posterior edició per a reduir de nou la seva qualitat, permetent així el seu processament amb el software d'anàlisi qualitatiu emprat per a l'anàlisi de les dades. El resultat d'aquest procés d'edició va resultar en 12 vídeos amb una durada total conjunta de pràcticament 7h (6:52:03).

Finalment, pel que fa als àudios de les entrevistes, aquests van ser **transcrits** a un full de càlcul per a facilitar-ne la comparativa de les respostes en les posteriors anàlisis.

4.2.3 Anàlisi de les dades

Les dades recollides en les dues fases descrites van ser utilitzades per a portar a terme els Estudis 1 i 2 presentats anteriorment. En concret les dades de la fase exploratòria, juntament amb la resta de notes de camp recollides en la segona fase, van ser les dades principals utilitzades en la consecució dels Estudis 1.1 i 1.2, així com en part de l'Estudi 1.3. Per la seva banda, les dades recollides en la segona fase, principalment els enregistraments en àudio i vídeo i les notes de camp, però també les entrevistes, van servir de base per als respectius anàlisis corresponents a la segona part de l'Estudi 1.3 i a l'Estudi 1.4 així com en l'Estudi 2.

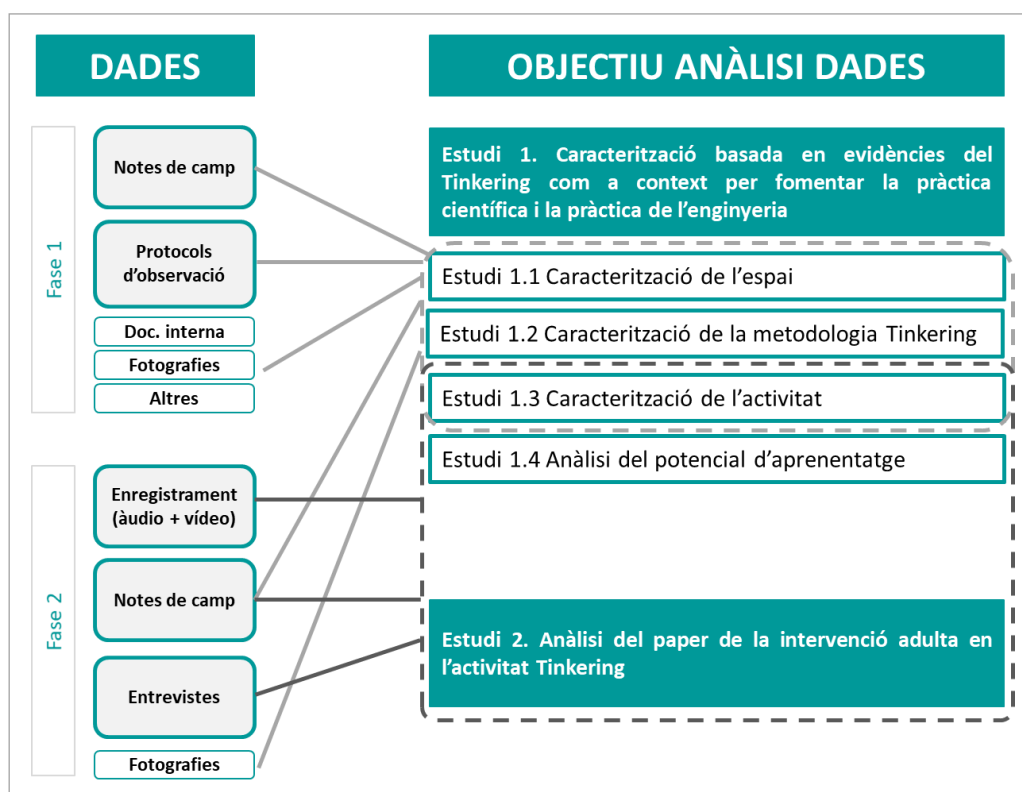


Figura 18. Detall de les dades emprades per a l'anàlisi corresponent a cadascun dels estudis de la recerca

4.2.3.1 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.1 i per a l'Estudi 1.2

Per tal d'abordar el primer objectiu de l'Estudi 1, la caracterització del Creativity com a espai tinkering, es va seguir un procés combinant l'anàlisi deductiva amb la inductiva per analitzar les dades recollides en la fase exploratòria així com la resta de notes de camp i fotografies corresponents a la segona fase de la recollida. En base al que es diu la literatura en relació a la definició del Tinkering i a aquelles característiques que es van anar destacant a mida que es van fer les primeres observacions exploratòries, es van establir quatre dimensions principals per caracteritzar la "tinkerabilitat" d'un espai i una proposta metodològica:




1. Grau de diversitat dels *materials, dispositius i fenòmens* amb els que treballar
2. Grau de *ludificació*
3. Grau de possibilitat de *testeig/prova (feedback)*
4. Grau de promoció del treball *col·laboratiu/cooperatiu*

Per a cadascuna d'aquestes dimensions es van definir descriptors destinats a permetre la valoració d'acompliment de cadascuna de les dimensions especificades. Aquestes descriptors van sorgir tant de la literatura especialitzada en Tinkering com també de referents teòrics més generals en l'àmbit de l'educació (Taula 16). La valoració sobre l'acompliment o no d'aquests descriptors, es va basar en l'obtenció d'evidències de diversa naturalesa (gràfica, verbal o gestual) a partir de les dades analitzades.

Alguns d'aquests descriptors poden valorar-se en termes del Creativity com a *proposta metodològica* (p.ex: 2.3 Sensació de llibertat) mentre que d'altres requereixen una anàlisi específica de l'*espai*, tant a nivell de cada zona o espai en concret (p.ex: 1.3 Possibilitat de combinació dels materials) i/o de l'espai Creativity en general (p.ex: 2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil). Finalment, i per tal de poder valorar el "grau" d'acompliment de cadascuna de les dimensions establertes, es va valorar com a *Alt*, *Mitjà* o *Baix* el grau de cada dimensió tenint en compte el nombre de descriptors que es podien confirmar en cada espai o en el Creativity en general (Alt quan es podien trobar evidències per tots els descriptors, Mitjà quan només se'n complien alguns i Baix quan no se'n donava cap).

A mode d'exemple, en l'anàlisi corresponent al grau de promoció del treball cooperatiu/col·laboratiu, i quant a la proposta metodològica, es van tenir en compte les notes destacades quanta a la introducció de l'espai per part dels facilitadors i les facilitadores (p.ex.: "Estic segura que, entre vosaltres, si col·laboreu fareu projectes molt i molt interessants!"). Pel que fa a l'espai, per a la valoració del descriptor "2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil", per exemple, es va evidenciar la diversitat de materials i dispositius disponibles en el conjunt de les zones que configuren el Creativity (Taula 15).

Taula 15. Exemple d'evidències recollides per al descriptor "2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil " de la dimensió 2. Grau de ludificació

| Vent | Mecànica | Electricitat | Llum |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| General | | | |
|  | | | |

Taula 16. Dimensions i descriptors proposats per a l'anàlisi d'un espai tinkering portada a terme en el marc de l'Estudi 1.1.

| Dimensió | Referents teòrics | Tinkering com a... | Descriptors |
|---|---|-----------------------|--|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | Rau en la pròpia naturalesa de la idea de "trastejar" i es destaca com un dels aspectes definitoris (Petrich et al., 2013; Richardson, 2008; Vossoughi & Bevan, 2014) Com més alt és el nombre i el tipus de variables que podem trobar en un entorn, més alt és el grau d'inventiva i creativitat. (Nicholson, 1972) | Espai | 1.1 Materials i dispositius diversos 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús 1.3 Possibilitat de combinacions 1.4 Fenòmens rellevants |
| | | Proposta metodològica | 1.5 Presentació de tots els materials i dispositius des del principi de les activitats |
| 2. Grau de ludificació | El Tinkering com a manera de pensar implica un acostament lúdic. El joc fomenta la barrera baixa d'entrada que mencionen alguns quan parlen d'equitat. (DiGiacomo & Gutiérrez, 2015; Martinez & Stager, 2013) Es redueix l'ansietat de l'alumne i es facilita la focalització en el procés més que en el resultat. (Brooke & Solomon, 1998) | Espai | 2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil |
| | | Proposta metodològica | 2.2 Èmfasi en el procés per sobre dels resultats i despenalització de l'error 2.3 Sensació de llibertat 2.4 Diversió |
| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | Inclòs en la pròpia definició de tinkerabilitat de Resnick i Rosenbaum (2013) La presència d'un feedback consistent, permetent múltiples possibilitats per provar el que s'està fent és clau per a l'aprenentatge (DiGiacomo & Gutiérrez, 2015) Estretament lligat amb les idees del construccionisme de Papert. | Espai | 3.1 Dispositius de testeig |
| | | Proposta metodològica | 3.2 Foment de la prova |
| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | Les activitats Making són per naturalesa de col·laboració i cooperació. (L. Martin, 2015) Petit grup com a unitat d'aprenentatge per excel·lència (Sanmartí, 2002) | Espai | 4.1 Connexió entre persones 4.2 Connexió entre espais |
| | | Proposta metodològica | 4.3 Promoció de la col·laboració entre persones 4.4 Promoció de la lliure circulació entre espais |

4.2.3.2 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.3

Anàlisi de les dades recollides en la Fase 1

L'anàlisi de les dades recollides en la Fase 1 per a realitzar l'Estudi 1.2 es va fer seguint un procés **inductiu**, és a dir, establint-se dimensions i categories a partir de les dades analitzades. De fet, aquest procés és el que explica l'evolució dels protocols d'observació utilitzats en la primera fase de recollida de dades (Annex III). En un primer estadi, i a partir de les observacions no estructurades fetes en la fase exploratòria (sense protocols d'observació) es va fer una llista de les accions que s'havia observat que duïen a terme els participants: *explorar, familiaritzar-se (materials/eines), fer (sense objectiu clar), marcar objectiu, provar, planificar, investigar, comprovar, construir/crear vs. investigar, executar ordres/assistir, dirigir, demanar ajuda, observar altres, compartir, explicar, abandonar (per frustració)*.

Aquestes accions van dividir-se posteriorment en tres dimensions diferents:

- *Progressió de l'aprenentatge*, que incloïa:
 - *Aprenentatge d'ús d'eines* (relacionat amb explorar, familiaritzar-se i fer (sense objectiu clar)
 - *Aprenentatge lligat al procés disseny funcional*: relacionat amb Marcar un objectiu, Provar, Planificar, Comprovar, Crear...
 - *Aprenentatge lligat a l'exploració/indagació d'un fenomen*: relacionat amb Marcar un objectiu, Provar, Planificar, Comprovar (Prediccions/Hipòtesis...), Comparar...
 - *Aprenentatge lligat al procés disseny artístic* (sense subcategories)
- *Interaccions*, relacionat executar ordres/assistir, dirigir, demanar ajuda, observar d'altres, compartir, explicar...)
- *Nivell d'apoderament*, relacionat amb treballar autònomament, tenir sensació d'èxit, abandonar (frustració)...

Finalment es va considerar que les dues darreres dimensions requerien un nivell d'interpretació més profund i es va optar per centrar l'anàlisi de les dades exploratòries en la idea de *Progressió d'aprenentatge*. En aquest sentit, es van plantejar **tres estadis** per a analitzar l'activitat que tenia lloc al Creativity. Aquestes tres fases es van basar en la proposta de Brook i Solomon (1998) que, en una investigació contextualitzada en un museu de la ciència interactiu amb una filosofia de propostes obertes similar a les proposades en els espais tinkering, plantejaven les activitats dels nens com un model en evolució que anava del joc a la indagació. Amb aquest enfocament, i en base al que s'havia observat, es van plantejar les següents fases per a una activitat tinkering (Taula 17). Partint d'aquestes fases, i mitjançant els protocols d'observació, es van estructurar les observacions portades a terme durant la fase exploratòria, buscant d'identificar els trets definitoris de cada fase i les possibles subfases o variacions dins de cada fase.

Taula 17. Dimensions considerades per a la caracterització exploratòria de l'activitat al llarg d'una sessió Creativity

| Fase |
|--------------------------------|
| 1. Exploració |
| 2. Plantejament objectiu |
| 3. Avançament cap a l'objectiu |

Anàlisi de les dades recollides en la Fase 2




Pel que fa a la segona part de l'Estudi 1.3, aquesta es va basar en l'**anàlisi de casos**⁴ enregistrats durant la segona fase de la recollida de dades. Cada cas es va definir com a un nen o una nena (o un grup de nens i nenes) treballant en un espai determinat. En concret, es van seleccionar 12 casos d'entre les dades recollides, considerant-se aquests com a representatius del que s'havia anat observant al llarg de les sessions (Taula 18). La tria d'aquests casos es va fer tenint en compte diversos criteris:

- Focalitzar l'anàlisi en les zones de mecànica, vent i electricitat.
Aquesta decisió va ser presa a partir dels resultats de l'Estudi 1.1 i la primera part de l'Estudi 1.2 que evidenciaven que existia una baixa connexió de l'espai stopmotion amb la ciència i/o l'enginyeria i, de l'altra, la manca de tinkerabilitat de l'espai d'ombres (poca capacitat de cooperació, poca facilitat per veure resultats, poca varietat de materials,...) que provoca que, sovint, els nens i les nenes abandonin aviat aquest espai (veure apartats 0 i 5.3 per a més informació).
- Partir dels casos identificats i destacats en les notes de camp preses durant la recollida de dades (Annex II)
La majoria de casos seleccionats ja havien estat destacats en les notes de camp. Malgrat això, alguns dels casos inclosos en aquesta anàlisi es van identificar durant el procés de tractament de dades.
- Aprofitar casos que servissin per a l'Estudi 2 (amb interacció de facilitadors)
- Garantir que les dades recollides eren suficients i de qualitat (la recollida de dades presentava problemes a nivell de sonoritat)
- Garantir que els nens i les nenes s'estaven prou estona en un espai com per poder fer-ne l'anàlisi

⁴ La idea de *cas* en aquest Estudi 1.3 (i també en l'1.4, com veurem més endavant) difereix del concepte de cas inherent a la idea d'un Estudi de Cas com el plantejat per a l'Estudi 2. Tal com es defineix en el text, els "casos" utilitzats en els estudis 1.3 i 1.4 fan referència a "un nen o una nena (o un grup de nens i nenes) treballant en un espai determinat". En canvi, quan elaborem un estudi de cas (com en l'Estudi 2), el cas fa referència a la descripció dels trets comuns que poden tenir els fenòmens o individus estudiats i que poden permetre fer una generalització i expansió dels resultats (Yin, 2014).

Taula 18. Resum dels casos considerats per a l'anàlisi portat a terme en l'Estudi 1.3 (també utilitzats en l'Estudi 1.4). Els casos marcats amb (*) s'han considerat també per a l'Estudi 2.

| Casos seleccionats per a l'Estudi 1.3 (també utilitzats en l'Estudi 1.4) | | | |
|--|-----------|--|---|
| Cas 1 | UA1E1 (*) | Nen que treballa sol al circuit de bales. Parteix d'un circuit ja fet i s'hi està poca estona. |  |
| Cas 2 | UA2E1(*) | Nen que treballa sol al circuit de bales. No aconsegueix plantejar-se un objectiu concret. |  |
| Cas 3 | UA1E2(*) | Nen que treballa en l'espai d'electricitat. Aconsegueix parcialment el que s'havia plantejat, tot i que no demostra haver entès certs conceptes clau. |  |
| Cas 4 | UA1E7(*) | Nena que treballa a l'espai d'electricitat. Aconsegueix el que es planteja i proposa millores. |  |
| Cas 5 | UA2E7(*) | Nen que treballa a l'espai d'electricitat. Es planeja reptes poc ambiciosos però assoleix un elevat grau d'apoderament |  |
| Cas 6 | UA1E9(*) | Parella de nenes que treballen a l'espai de bales. Fa una creació curta però completa, que les satisfà. |  |
| Cas 7 | UA1E11(*) | Parella de nenes que treballa a l'espai d'engranatges però fent un circuit de bales. Mostren ritmes de treballa molt diferent. |  |
| Cas 8 | UA1E4 | Parella de nenes que treballa a l'espai d'engranatges. Fan una creació de caire més estètic que funcional. |  |
| Cas 9 | UA2E9 | Grup de tres nenes que treballa a l'espai de bales. Mostren formes d'abordar una mateixa tasca amb enfocaments diferents. |  |

| | | | |
|--------|-------|--|---|
| Cas 10 | UA1E8 | Nen que treballa al tub de vent. Es va apoderant i mostra seguretat en el disseny que ha triat. |  |
| Cas 11 | UA3E1 | Nen que treballa al circuit de bales. S'està tota la sessió amb la seva creació. |  |
| Cas 12 | UA2E2 | Parella de nenes que treballa a l'espai d'electricitat. Fan una activitat curta però exitosa. |  |

L'anàlisi dels casos es va fer utilitzant el software d'anàlisi qualitatiu *Atlas.ti*. Seguint una anàlisi dels discurs basada no només en el llenguatge, sinó també en la gestualitat i accions dels participants, els vídeos editats per a cada cas es van codificar en base a les dimensions emergides en la primera part d'aquest estudi, és a dir, la proposta de *fases* d'una activitat tinkering (veure Taula 17). A aquestes dimensions se'ls van afegir unes noves dimensions, categories i subcategories també emergents. En primer terme, es van proposar subcategories per a les diferents *subfases* de les fases d'exploració i plantejament d'objectiu. No es van plantejar subfases per a les pràctiques donat que l'aprofundiment d'aquesta anàlisi es va deixar per a l'Estudi 1.3. D'altra banda, es van incloure altres dimensions que van resultar rellevants en l'anàlisi com: els *agents de canvi* que provocaven canvis entre fases o dins d'una mateixa fase; els *mecanismes de canvi*, en relació a la mediació utilitzada pels agents per a provocar els canvis; el grau d'*implicació amb l'activitat* (continuada o intermitent); i, finalment, al *posicionament respecte al resultat (parcial o final) de l'activitat*. Pel que fa als agents i mecanismes de canvi, es va buscar identificar d'una banda les persones que provocaven l'evolució entre fases o l'avançament dins d'una mateixa fase i, de l'altra, les accions que promovien aquest canvi. Quant a les categories referents al aquest posicionament vers el resultat de l'activitat es van recollir les diverses casuístiques identificades en l'anàlisi de les dades exploratòries i que evidenciaven tant l'*èxit*, en forma d'apoderament de l'alumnat (relacionat amb la percepció de capacitat i el reconeixement d'autoria), com el *no èxit* de les accions (frustració...). La Taula 19 recull les dimensions, categories i subcategories utilitzades finalment en aquesta anàlisi.

Taula 19. Dimensions, categories i subcategories emprades en l'anàlisi de les dades per a l'Estudi 1.3

| Dimensió | Categories | Subcategories |
|---|-------------------------------------|--|
| 1. Fases de l'activitat | 1.1 Exploració | 1.1.1 Conèixer els materials/dispositius |
| | | 1.1.2 Conèixer ús dels materials/dispositius |
| | | 1.1.3 Utilitzar materials/dispositius |
| | 1.2 Plantejament de l'objectiu | 1.2.1 O. Funcional |
| | | 1.2.2 O. Investigatiu |
| | | 1.2.3 O. Artístic |
| 1.3 Avançament cap a l'objectiu | | |
| 2. Agents de canvi | 2.1 Participant | |
| | 2.2 Iguals | |
| | 2.3 Mestres/acompanyants | |
| | 2.4 Facilitadors | |
| 3. Mecanismes de canvi | 3.1 Provar <i>feedback</i> immediat | |
| | 3.2 Anàlisi teòrica | |
| | 3.3 Mostrar exemples d'altres | |
| | 3.4 Mostrar materials | |
| | 3.5 Plantejar repte | |
| 4. Implicació amb l'activitat | 4.1 Continuada | |
| | 4.2 Intermitent | 4.2.1 Vol veure altres espais |
| 5. Posicionament respecte al resultat de l'activitat | 5.1 Apoderament | 5.1.1 Expressa autoria |
| | | 5.1.2 Vol mostrar |
| | | 5.1.3 Ensenya a d'altres |
| | 5.2 Frustració | 5.2.1 No sap com continuar |
| | | 5.2.2 S'acaba el temps |

Capítol 4. Disseny de la recerca

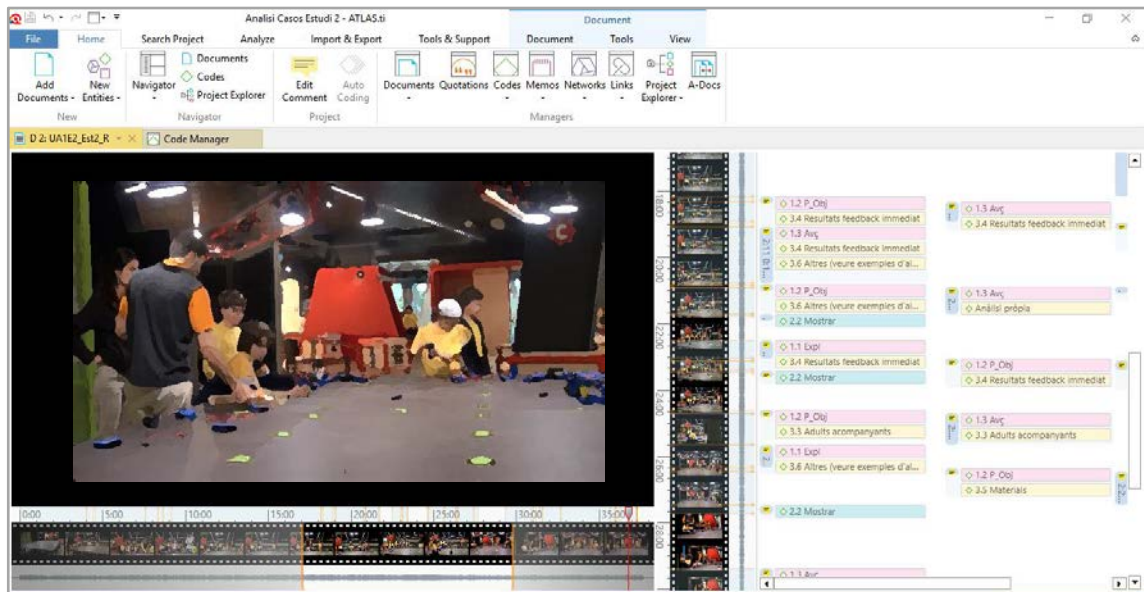
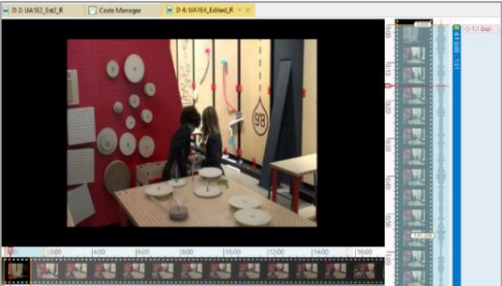
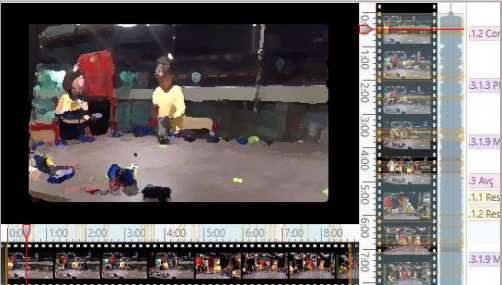

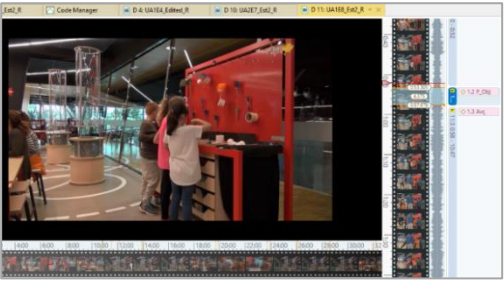




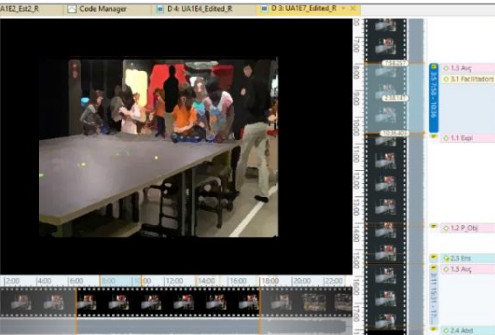

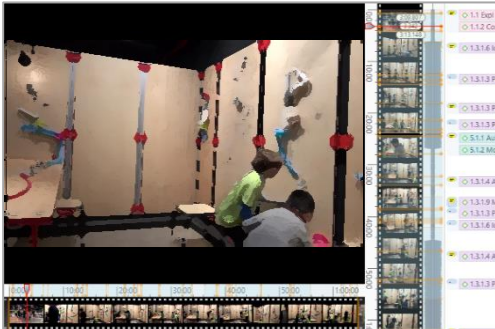
Figura 19. Exemple de la codificació feta utilitzant el software d'anàlisi qualitatiu Atlas.ti

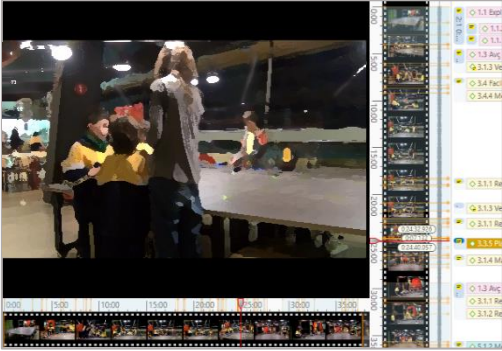
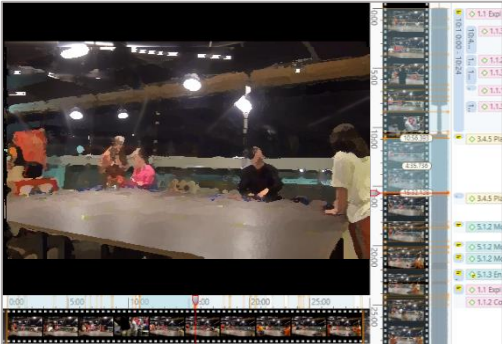
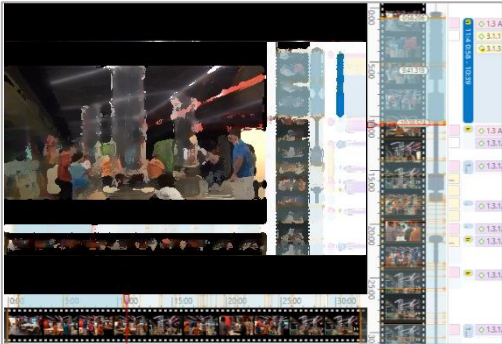
A mode d'exemple, la Figura 19 mostra un exemple de la codificació portada a terme mitjançant el programa Atlas.ti mentre que en la Taula 20 es recull un extracte del procés de codificació seguit en aquesta fase de l'anàlisi de les dades.




Taula 20. Exemple de l'anàlisi de casos portada a terme dins l'Estudi 1.3

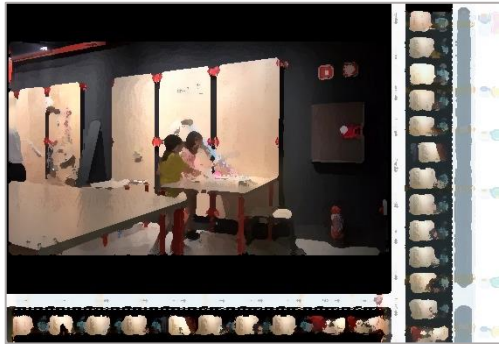
| Dimensió | Categories | Subcategories | Situacions exemple |
|---------------------------------------|-----------------------|---|--|
| <p>1. Fases de l'activitat</p> | <p>1.1 Exploració</p> | <p>1.1.1 Conèixer els materials/dispositius</p> | <p><u>Cas 8 (UA1E4)</u>. Les nenes arriben a l'espai i comencen a mirar els exemples que ja hi ha muntats - "Fem algo?" Van cap als calaixos i comencen a agafar materials.</p>  |
| | | <p>1.1.2 Conèixer ús dels materials/dispositius</p> | <p><u>Cas 12 (UA2E2)</u>: Després d'explorar els materials que hi ha sobre la taula (tocant els cables, separant uns materials d'uns altres) una de les nenes agafa la dinamo i la fa girar. S'adona que pot fer moure així l'osset que hi ha connectat "Mira, mira!" (li ensenya a la seva companya)</p>  |
| | | <p>1.1.3 Utilitzar materials/dispositius</p> | <p><u>Cas 7 (UA1E11)</u>: Comencen només clavant pals al panell vertical, sense gaire sentit. En algun moment intenten posar un pal inclinat, suportat entre dos pals, però no se'n surten.. s'estan molta estona sense utilitzar altres materials.</p>  |



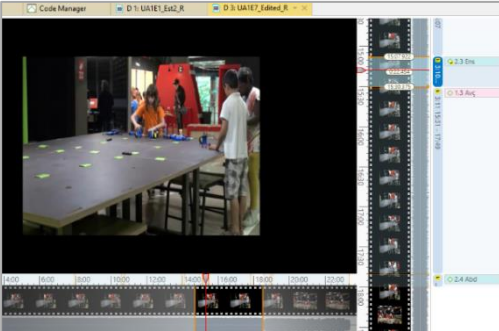
| | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---|---|
| <p>1.2 Plantejament de l'objectiu</p> | <p>1.2.1 O. Funcional</p> |  | <p><u>Cas 10 (UA1E8)</u>. Després d'estar una estona explorant els materials dels calaixos el nen diu (molt probablement inspirat pels exemples que hi ha penjats).</p> <p>- "Voy a hacer un globo que pueda volar"</p> <p>Després es corrobora, quan diu "necesito atar una cuerda" (imitant els exemples ja presents)</p> |
| | <p>1.2.2 O. Investigatiu</p> |  | <p><u>Cas 3 (UA1E2)</u>: El nen ha connectat un interruptor al circuit que té fet. Veu que el circuit li funciona igualment estigui com estigui l'interruptor:</p> <p>- "Ala!...em serveix de les dues maneres!... va experimentemos" (vol entendre perquè li funciona tant obert com tancat)</p> |
| | <p>1.2.3 O. Artístic</p> |  | <p><u>Cas 8 (UA1E4)</u>. Després de provar els usos dels materials, veuen que el que han fet podria ser alguna cosa: "Ah, clar!... llavors després ho girem..."</p> <p>"ja sé.. i comencem aquí i..."</p> <p>"No mira, a cadascuna d'aquestes hi posem..." (se centren en donar un caire estètic a l'arc que estan fent, posant una seqüència de peces similars).</p> |

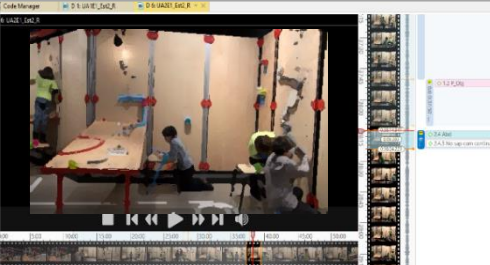

| | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--|
| | <p>1.3 Avançament cap a l'objectiu</p> | |  | <p>Cas 4 (UA1E7): El monitor els dona moltes pistes d'on han de connectar els cables (han de posar un cable que vagi de la roda ja connectada a la dinamo ("on està l'electricitat") a l'altra roda). La nena ho fa i li funciona - " Ya lo tengo, ya lo tengo!" (posa les rodes en vertical, per a que facin com de "cotxe" (només en té dues, de moment) (està una estona parlant amb la nena del costat, perquè l'altra no vol fer-ho sola. Al final accedeix a fer-ho amb ella)</p> <p>- "Nos tenemos que organizar: ruedas fuera, porque ya tenemos..."".</p> |
| <p>2. Agents de canvi</p> | <p>2.1 Participant</p> | |  | <p>Cas 1 (UA1E1): El nen col·loca la roda i fa una primera prova. La bala surt disparada. Per evitar-ho, va a buscar pals i els va posant al voltant de la roda i també hi posa gomes</p> |
| | <p>2.2 Iguals</p> | |  | <p>Cas 11 (UA3E1): El nen ha començat a muntar en un dels panells. El nen del costat vol que miri el muntatge que ja hi ha fet al panell del costat: "¡Ésta, ésta!... Porque mira (posa una bala a una de les parts del circuit). La tiro por aquí y mira qué ha pasado". El nen del cas 11 deixa el que estava fent i se'n va cap al muntatge del costat.</p> |

| | | | | |
|----------------------------------|--|--|---|---|
| | <p>2.3 Mestres/ acompanyants</p> | |  | <p><u>Cas 3 (UA1E2)</u>: El nen li ensenya a la mestra el que ha fet. La mestra el felicita i li diu “ Però escolta [nom del nen] com ho podries fer perquè, en comptes de fer voltes, tirés cap endavant?”</p> |
| | <p>2.4 Facilitadors</p> | |  | <p><u>Cas 5 (UA2E7)</u>: El nen ha fet algunes proves amb els circuits, però el deixa obert. La monitora li fa reflexions, fent paral·lelismes amb el que el nen s'imagina que hi ha a les parets de casa per a que vegi que ha de "tancar" el circuit...</p> |
| <p>3. Motius de canvi</p> | <p>3.1 Provar <i>feedback</i> immediat</p> | |  | <p><u>Cas 10 (UA1E8)</u>: El nen prova l'objecte que ha creat al tub de vent i però es queda a la meitat. No està gaire content, perquè sembla que vol que surti disparat o arribi fins a dalt.</p> |

| | | | | |
|--|--------------------------------------|--|---|--|
| | <p>3.2 Anàlisi teòrica</p> | |  | <p><u>Cas 6 (UA1E9)</u>: Quan van fent proves, arriba la monitora. Hi ha un moment que els diu "no us arriba aquí. On ho hauríeu de col·locar per a que..." És a dir, promou que analitzin els resultats de les proves.</p> |
| | <p>3.3 Mostrar exemples d'altres</p> | |  | <p><u>Cas 3 (UA2E2)</u>: Un dels nens li ensenya que ha aconseguit fer girar dues rodes. "Ala! com ho has fet?" (l'altre nen diu:) "He ajuntat els dos cables"</p> |
| | <p>3.4 Mostrar materials</p> | |  | <p><u>Cas 3 (UA1E2)</u>: El monitor intenta que explorin les plaques fotovoltaïques. Els porta una llanterna i els fa parar l'atenció en què passa quan il·lumina la placa amb diverses llums: "Molt bé... que escalfa aquesta llum...".</p> |

| | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---|---|
| | 3.5 Plantejar repte | |  | <p><u>Cas 12 (UA2E2)</u>: Les nenes han aconseguit moure un osset. El monitor se'ls acosta i els diu: "Però.. un osset està una mica mal acompanyat aquest... i si n'hi afegim un altre d'osset, que es mogui amb ell?"</p> |
| 4. Implicació amb l'activitat | 4.1 Continuada | |  | <p><u>Cas 7 (UA1E11)</u>: Les nenes estan fent el muntatge fins i tot quan els monitors han demanat començar a recollir. Un dels mestres acompanyants ha d'acostar-s'hi i demanar-los que pleguin.</p> |
| | 4.2 Intermitent | 4.2.1 Vol veure altres espais |  | <p><u>Cas 12 (UA2E2)</u>. Estan provant i hi ha una cosa que no els funciona. Una nena li diu a l'altra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Anem a mirar altres llocs?" - "Vale!" <p>I marxen deixant tot el que tenien fet (no tornen en tota la sessió).</p> |

| | | | | |
|--|------------------------|---------------------------------|---|--|
| <p>5. Posicionament respecte al resultat de l'activitat</p> | <p>5.1 Apoderament</p> | <p>5.1.1 Expressa autoria</p> |  | <p><u>Cas 11 (UA3E1)</u> . El nen agafa una bala i crida al nen del costat per mostrar-li el seu circuit:</p> <p>“¡Mira! ¡Todo esto lo he hecho yo!”</p> |
| | | <p>5.1.2 Vol mostrar</p> |  | <p><u>Cas 7</u>. Una de les dues nenes ha anat a buscar un altre nen. Assenyalant el circuit li explica:</p> <p>- “Hemos intentado hacer esto mira... Primer bajará por aquí...”</p> |
| | | <p>5.1.3 Ensenya a d'altres</p> |  | <p><u>Cas 4</u>. Un nen s'ha posat a treballar al seu costat. La nena es fixa en el que està fent i veu que no ho ha connectat bé (elles ja han aconseguit moure les rodes com volien).</p> <p>- “No, mira... ¿te enseño? No, no, no... estos cables no harán nada. Tienes que conectar estos cables (agafant la dinamo) ¿Ves? Con esto dar cuerda y se mueve la rueda... Después esto.... ¿Has puesto los cables? Pues los conectas aquí. Y ya está...”</p> |

| | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------------|--|--|
| | <p>5.2 Frustració</p> | <p>5.2.1 No sap com continuar</p> |  | <p><u>Cas 2 (UA2E1)</u>. Quasi sense provar de fer el circuit que sembla haver-se plantejat, es queda pensatiu i ho desmunta tot</p> |
| | | <p>5.2.2 S'acaba el temps</p> |  | <p><u>Cas 9 (UA2E9)</u>. Estan fent proves dels darrers canvis que han fet i els facilitadors criden a recollir. Fan una última prova però no en poden comentar els resultats perquè les criden.</p> |

4.2.3.3 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 1.4

L'Estudi 1.4 es va basar en l'anàlisi dels mateixos **casos** utilitzats en la segona part de l'Estudi 1.2 (Taula 18). Específicament, l'anàlisi es va centrar en els episodis identificats com a fases d'avançament en l'Estudi 1.3 donat que és en aquesta fase, després de plantejar-se l'objectiu, en la que s'espera que els participants s'involucrin en les diverses pràctiques de l'enginyeria i de les ciències. Com amb la segona part de l'Estudi 1.3, l'anàlisi corresponent a l'Estudi 1.4 es va fer utilitzant el programa Atlas.ti, seguint un procés de categorització inductiva en un primer terme (categories emergents, Taula 21) i deductiva en un segon (sistema de categorització final, Taula 23).

La primera anàlisi, més general, es va basar en identificar les tasques portades a terme pels participants, és a dir, què feien els nens durant la fase d'avançament. D'aquesta anàlisi van sorgir diverses categories que es van acabar col·lapsant en un total de vuit categories que es resumeixen a la Taula 21.





Taula 21. Categories sorgides en analitzar les tasques en les que participa l'alumnat en la fase d'avançament

| Tasques alumnat- Categories emergents |
|--|
| Proposar diversos muntatges/creacions i triar-ne un per portar a terme |
| Fer provatures parcials de parts del muntatge |
| Muntar/construir les seves creacions |
| Provar creacions |
| Analitzar el resultat de les proves fetes (funciona/no funciona) |
| Justificar la seva creació |
| Explicar un fenomen |
| Investigar un fenomen |

La Taula 22 mostra algun exemple del procés de codificació deductiva portat a terme a l'hora d'analitzar les tasques en les que s'involucraven els nens i les nenes.

Taula 22. Exemple d'anàlisi de les tasques portades a terme per l'alumnat en la fase d'avançament

| Tasques alumnat- Categories emergents | Situacions exemple | |
|---|---|---|
| <p>Proposar diversos muntatges/creacions i triar-ne un per portar a terme</p> |  | <p><u>Cas 9 (UA2E9)</u>: La nena de la trena havia començat a construir una nova part del circuit. La nena d'ulleres "discuteix" amb ella si és o no una bona solució i comenten diverses alternatives.</p> |
| <p>Fer provatures parcials de parts del muntatge</p> |  | <p><u>Cas 11 (UA3E1)</u>: El nen té una proposta per al seu circuit però, enlloc d'afegir les peces al que ja té muntat, ho prova a banda per comprovar si funciona o no.</p> |
| <p>Muntar/construir les seves creacions</p> |  | <p><u>Cas 3 (UA1E2)</u>: Havent decidit què faran finalment, el nen tria els materials que necessita per a realitzar el que vol fer i diu als companys "Això ja no ho necessitem, oi?"...</p> |
| <p>Provar creacions</p> |  | <p><u>Cas 7 (UA1E11)</u>: Una de les nenes fa una prova i veu que la bala no baixa.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Analitzar el resultat de les proves fetes (funciona/no funciona)</p> |  | <p><u>Cas 12 (UA2E2)</u>: Una de les nenes ha fet una prova però no li funciona. S'ho va mirant (es veu com ressegueix els cables amb la mirada...). El monitor les ajuda a analitzar què no ha funcionat: "Proveu-ho primer amb un osset, primer. A veure, quants cables tenies connectat...". Una de les nenes es dóna compte del que falta "Clar, ..., és que...".</p> |
| <p>Justificar la seva creació</p> |  | <p><u>Cas 10 (UA1E8)</u>: El nen li explica a la nena del costat: "El mío antes volaba más (no se sent massa bé, però fa referència al forat)". Ahora, amb la mà va "aplanant" el paper groc i li diu a la nena "Es esto...Lo he arreglado". Sembla que ha identificat que és el que ajuda a que el seu objecte voli més.</p> |
| <p>Explicar un fenomen</p> |  | <p><u>Cas 5 (UA2E7)</u>: El nen connecta uns primers cables (té per connectar un brunzidor i un interruptor) però deixa el circuit obert. La monitora li fa reflexions fent paral·lelismes amb el que el nen s'imagina que hi ha a les parets de casa per a que vegi que ha de "tancar" el circuit "Què creus que passa aquí?". El nen ressegueix amb el dit el cable i respon "Passa la corrent i..." I la monitora continua "I arriba aquí i...? Què fa el botó?"</p> |
| <p>Investigar un fenomen</p> |  | <p><u>Cas 3 (UA1E2)</u>: En veure que el circuit li funciona tant amb l'interruptor obert com tancat, el nen sembla voler entendre perquè li succeeix això: "Ala!...em serveix de les dues maneres!" "Va experimentemos... Vaig a veure què fa si..." Desconnecta l'interruptor i intenta connectar altres coses (crec que, de nou, l'interruptor de botó). Quan l'altra nena li intenta prendre un dels elements ell diu "És que estic provant una cosa".</p> |

Un cop feta aquesta primera categorització es va procedir a, de manera deductiva, classificar cadascuna d'aquestes tasques segons la llista de pràctiques de les ciències proposada per la NRC (2012) així com en la nostra pròpia proposta per a les pràctiques de l'enginyeria (veure 2.2.3.2). La Taula 23 sintetitza aquest conjunt de pràctiques.

Taula 23. Pràctiques científiques i de l'enginyeria com a categories d'anàlisi de les tasques identificades

| Pràctiques científiques (NRC 2012) | Proposta pràctiques enginyeria |
|--|--|
| Formulació de preguntes | Definició i delimitació de problemes de l'enginyeria |
| Desenvolupament i ús de models | Desenvolupament i ús de prototips i simulacions |
| Planificació i realització d'investigacions | Planificació i realització de proves |
| Anàlisi i interpretació de dades | Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora |
| Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional | Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles |
| Construcció d'explicacions | Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica) |
| --- | Materialització de la solució |
| Construcció d'arguments en base a proves | Construcció d'arguments en base a proves |
| Obtenció, avaluació i comunicació d'informació | Obtenció, avaluació i comunicació d'informació |

4.2.3.4 Anàlisi de les dades de per a l'Estudi 2

Per a l'anàlisi corresponent a l'Estudi 2 es van seleccionar 7 dels 12 casos dels Estudi 1.2 i 1.3 (veure Taula 18, marcats amb (*)) i es van utilitzar també les entrevistes a quatre dels facilitadors de l'espai Creativity (F1, F2, F3 i F4). Per als casos en què un nen o una nena, o un grup de nens i nenes, interactuaven amb més d'un facilitador, els casos es van dividir analitzant la interacció de cada facilitador per separat. La Taula 24 resumeix els casos corresponents a cada facilitador o facilitadora.

Taula 24. Casos observats per a cada facilitador/a

| Facilitador/a | Nº de casos analitzats | Casos |
|---------------|------------------------|----------------------------|
| F1 - Biel | 4 | UA1E1, UA2E1, UA1E2, UA1E7 |
| F2- Carla | 2 | UA1E7, UA2E7 |
| F3- Ingrid | 1 | UA1E9 |
| F4- Marta | 1 | UA1E11 |

Per a cada cas es van identificar l'existència d'episodis d'interacció, ja sigui verbal o no, amb els facilitadors i, seguint tècniques d'anàlisi del discurs, es van codificar aquests episodis segons les següents dimensions: tipus de discurs (Scott, Mortimer, & Aguiar, 2006), objectiu de la interacció (Beaumont, 2010; Hoogsteder et al., 1996) segons la fase de l'activitat seguint l'Estudi 1,

posicionament del facilitador (Hoogsteder et al., 1996) i eines utilitzades (preguntes, gestos,...) (Blosser, 1975; Pattison & Dierking, 2013; Roca, Márquez, & Sanmartí, 2013). A més d'aquestes categories teòriques es va seguir també una metodologia inductiva per a totes les dimensions buscant obtenir possibles categories emergents (Neuman, 1997) així com també noves categories.

Després d'una primera anàlisi, es va decidir incloure una nova dimensió, la demanda cognitiva de la interacció. Les categories corresponents a aquesta dimensió van ser principalment emergents, tot i que inspirada en les darreres versions proposades per a la taxonomia de Bloom (Krathwohl, 2002). Alhora, fruit d'aquesta primera anàlisi, es va optar per descartar les dimensions Tipus de discurs, Posicionament del facilitador i Eines, doncs no aportaven informació rellevant als resultats. Les dimensions i categories considerades finalment per a l'Estudi 2 es recullen en la Taula 25, mentre que la Taula 26 recull algun exemple de categorització.

Taula 25. Dimensions, categories i subcategories considerades per a l'anàlisi de les dades de l'Estudi 2.

| Dimensió | Categoria | Subcategoria |
|--|--------------------------------------|---|
| 1. Objectiu de la interacció | Promoure l'avançament | Promoció de l'exploració |
| | | Promoció del plantejament de l'objectiu |
| | | Promoció de l'avançament cap a l'objectiu |
| | Promoure la reflexió sobre el procés | |
| | Supervisar | |
| | Avaluar | |
| | <i>Diagnosticar</i> | |
| | <i>Mantenir</i> | |
| 2. Demanda cognitiva (de menys a més alta en sentit descendent) | <i>Continuar</i> | <i>Continuar</i> |
| | <i>Reproduir</i> | <i>Mirar</i> |
| | | <i>Imitar</i> |
| | | <i>Actuar</i> |
| | <i>Conèixer</i> | <i>Recordar</i> |
| | | <i>Descriure</i> |
| | <i>Avaluar</i> | <i>Revisar</i> |
| | | <i>Analitzar</i> |
| | | <i>Argumentar</i> |
| | <i>Imaginar/Planificar</i> | <i>Imaginar</i> |
| | | <i>Planificar</i> |

Dimensions i categories emergents en *cursiva*

Taula 26. Exemple de categorització per a l'anàlisi de les dades de l'Estudi 2.

| Dimensió | Categoria | Exemple |
|---|--------------------------------------|--|
| 1. Objectiu de la interacció | Promoure l'avançament | "Per a què deu servir això? On ho podem posar?" (exploració) "Com podem ajuntar dues coses? (...) Té, vinga, a veure si pots (li acosta nous elements)" (objectiu) "Com ho podem fer que s'aguanti això?" (avançament) |
| | Promoure la reflexió sobre el procés | "Però (nom nen) mira què has après... pots connectar més d'una cosa..." |
| | Supervisar | "Compte amb els cables, eh? Mireu, els cables els estirem així.. no així" |
| | Avaluar | El facilitador està observant, sense intervenir, però es veu que està "avaluant" una mica el que passa... |
| | Diagnosticar | "M'han dit que volies fer un cotxe. Has canviat d'idea?" |
| | Mantenir | "Molt bé!" (sense parar atenció al que estan fent realment) |
| 2. Demanda cognitiva (de menys a més alta en sentit descendent) | Continuar | "Molt bé! Xócala! Cada cop millor, eh?" |
| | Reproduir | "Costa una mica de vegades.. sinó, saps que podem fer també? (no dona temps a que contesti) Ho podem ajudar també una mica amb la mà" (ho fa ell mateix) |
| | Conèixer | "Com es diu aquesta àrea? (...)" |
| | Avaluar | "Què et sembla?" "Com ho han fet aquí?" |
| | Imaginar/Planificar | "Com ho podem fer per a què s'aguanti?" |

Pel que fa a les entrevistes amb els facilitadors i les facilitadores, aquestes van ser transcrites i analitzades tenint en compte les següents dimensions: característiques considerades clau per al Creativity/Tinkering, creences sobre els propis objectius com a facilitadors, necessitats dels nens i de les nenes, rol adoptat (coincideix amb la dimensió de la Taula 25) i objectius d'aprenentatge esperats per al Creativity/Tinkering. A banda, i considerant el que apunta Tran (2008) quant a la influència de les variades experiències prèvies i formació del personal dels museus que pot resultar en una multiplicitat de pràctiques i terminologia, també es va caracteritzar el perfil dels facilitadors i de les facilitadores segons les següents característiques: formació científica, formació prèvia en educació/didàctica o similar, experiència en el museu on es troba el context d'estudi.

CAPÍTOL 5.

RESULTATS DE L'ESTUDI 1: CARACTERITZACIÓ BASADA EN EVIDÈNCIES DEL TINKERING COM A ESPAI, PROPOSTA METODOLÒGICA I ACTIVITAT DES DE LA PERSPECTIVA DIDÀCTICA DE LES PRÀCTIQUES CIENTÍFIQUES I DE L'ENGINYERIA

5.1 Estudi 1.1. Caracterització d'un espai tinkering: el cas del Creativity

Tal com s'ha comentat en introduir el context de la recerca, l'espai Creativity està concebut com un espai obert dividit en diverses zones i espais. Amb un disseny estètic molt específic, que juga amb els colors vermell i negre, i una iconografia dissenyada ad hoc per a l'espai, el Creativity resulta un espai singular amb unes característiques pròpies. En aquest sentit l'estudi 1.1 ha buscat relacionar aquestes característiques amb la "tinkerabilitat" de l'espai.

5.1.1 Caracterització dels diversos espais del Creativity

Per tal de poder valorar el grau de cadascuna de les característiques definides per a l'anàlisi del Creativity com a espai tinkering (Taula 16), va ser necessari descriure i analitzar primer aquestes característiques per a cadascun dels espais del Creativity. Addicionalment, es van analitzar els espais comuns en aquells casos en els que les seves característiques destacaven més enllà de les característiques específiques de cadascuna de les quatre zones del Creativity. Els resultats d'aquesta anàlisi es presenten a continuació.

Espai Tubs de Vent (Taula 27):

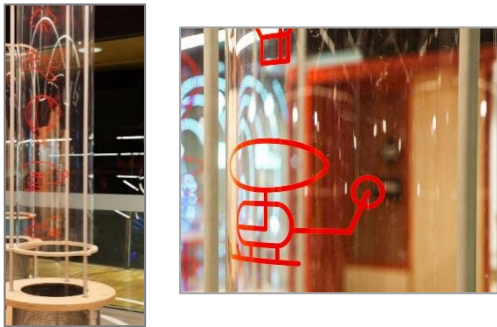


L'espai dels tubs de vent destaca pel fet que tant els materials com els dispositius són senzills d'utilitzar. Cal incidir, però, en el fet que l'alta familiaritat dels materials, que són en gran part materials típics de treball del l'àmbit de visual i plàstica de l'escola (paper de cel·lofana o de seda, cordills, gomets,...) fa que les connotacions de tipus creació de manualitats siguin força clares. La presència de dibuixos al·legòrics i, en alguns casos, d'exemples de diversa connotació i amb un cert grau d'imperfecció, ajuden a transmetre un aire desenfadat al context. Sens dubte, un dels aspectes que més destaca de l'espai és la facilitat que tenen els participants en testejar les creacions. Tant el disseny del dispositiu com l'existència de més d'un tub de vent facilita que tots els participants puguin provar els seus objectes de forma àgil i recurrent. Finalment, tant la taula compartida com la ubicació dels tubs de vent, faciliten que hi hagi col·laboració entre els participants així com l'atracció de participants que es troben en altres espais.

Espai Màquina de Bales i Pinball (Taula 28):

Pel que fa a l'espai de bales, i en concret per als materials i dispositius, malgrat que aquests són força familiars les seves connotacions no són tan clares. Aquesta circumstància fa que costi una mica més imaginar-se els seus usos en combinació amb el dispositius presents (plafons foradats). Com en el cas dels tubs de vent, hi ha presents dibuixos suggerents però potser no tant al·legòrics com els dels tubs de vent. Per la seva banda, els circuits que se solen crear en l'espai de bales i pinball estan relacionat amb conceptes com forces o velocitat. Com passava amb els tubs de vent, els participants poden provar fàcilment les seves creacions: hi ha prou bales per a que tothom provi i l'espai és suficientment gran per que cadascú trobi el seu lloc per fer-ho. De nou, el disseny facilita la col·laboració en petit grup, ja que es tracta d'un espai ampli i els panells estan situats de manera que es poden connectar creacions entre si. Alhora, també es tracta d'un espai fàcilment accessible que facilita la participació de tothom i que permet mostrar les creacions de manera fàcil, despertant la curiositat d'altres participants que s'hi acosten sovint.




Taula 27. Taula resum de les característiques de l'espai Tubs de Vent

| Espais Tubs de Vent | | | | Grau |
|--|---|---|--|------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb molts calaixos amb materials diversos |  | Alt |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials molt familiars amb connotacions clares (plàstica) | | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | Degut a la seva facilitat d'ús els materials són molt combinables entre ells. | | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | El tub de vent permet explorar l'equilibri de forces i d'altres fenòmens com les forces de fricció. |  | |

| | | | | |
|---|---|--|--|------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>Dibuixos al·legòrics de caràcter infantil (globus, avió, ocell...)</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Els nens i les nens poden anar provant les seves creacions tot prement el botó verd que engega els tubs de vent</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>Treball en gran taula, proximitat de la taula amb els tubs de vent i entre tubs</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>En trobar-se a la part central de l'espai, tothom veu el que s'està fent</p> | | | |

Taula 28. Taula resum de les característiques de l'espai Màquina de Bales i Pinball

| Espais Màquina de Bales i Pinball | | | | Grau |
|--|---|--|--|------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb molts calaixos amb materials diversos |  | Alt |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials força familiars sense usos clars |  | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | Un cop conegut el seu ús, la versatilitat dels materials és força elevada, malgrat que sovint restringida pels plafons perforats presents a l'espai. |  | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | Els circuits que se solen crear en l'espai de bales i pinball estan relacionat amb conceptes com forces o velocitat |  | |

| | | | | |
|---|---|---|---|------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>Dibuixos al·legòrics, que conviden a una acció (crear camins de bales), amb caràcter divertit</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Els participants poden provar de forma àgil i ràpida les seves creacions</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>L'espai és molt ampli i es pot observar el que fan els altres. A més els panells poden connectar-se permetent la combinació de creacions entre grups</p> |  | <p>Alt</p> |
| | <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>L'espai està ubicat de tal forma que tothom pot veure el que s'està fent</p> | | |

Espai Engranatges (Taula 29):

L'espai d'engranatges és força similar a l'espai de bales. Potser les diferències que més destaquen són el fet que els dibuixos que hi ha sí són més explícits, tot i que no solen haver tants exemples com en l'espai anterior, i sobretot, el fet que l'espai quedi una mica amagat. Degut a que els taules i panells queden en un racó, darrera de la columna triangular vermella, es dificulta la col·laboració en gran grup ja que poca gent veu el que s'hi fa en aquell espai i no hi ha interès en col·laborar-hi.

Espai Electricitat (Taula 30):

L'espai d'electricitat suposa un punt i apart respecte als espais comentats fins ara per dos motius principals. D'una banda, els materials disponibles en l'espai són molt poc familiars per als participants, principalment pels infants, però també per a algun adult. És comú sentir preguntes del tipus " Què és això?" "Com funciona?" "¿Hay manuales o algo?". D'altra banda, existeix una limitació quan a la capacitat dels participants de poder provar les seves creacions. El fet que siguin poques les fonts d'electricitat (bàsicament dinamos i plaques solars) i que en alguns casos aquestes no funcionin adequadament, limita molt les possibilitats de testeig. Cal destacar, però, que la gran taula disponible per treballar facilita sens dubte la col·laboració entre participants i que, malgrat estar una mica arraconat, es té prou visibilitat de l'espai des de la resta del Creativity.

Espai Ombres (Taula 31):

Com passava amb els tubs de vent, els materials disponibles a l'espai d'ombres són molt familiars per als participants i alguns d'ells tenen una connotació molt clara (personatges que conviden a la narració d'històries). En canvi, els dispositius que es poden utilitzar en aquest espai (pantalles, plataformes giratòries...) són una mica més desconeguts. Això fa que, per exemple, els participants triguen en adonar-se que poden testejar les seves creacions mirant l'altra banda de les pantalles. Ahora, mentre que la col·laboració en petit grup es facilita gràcies a que es treballa en taules contigües i es comparteix el material, la col·laboració en gran grup (facilitat de que altres participants s'involucrin en aquest espai) costa de promoure degut a que l'espai queda amagat i no es poden veure massa fàcilment les creacions fetes.


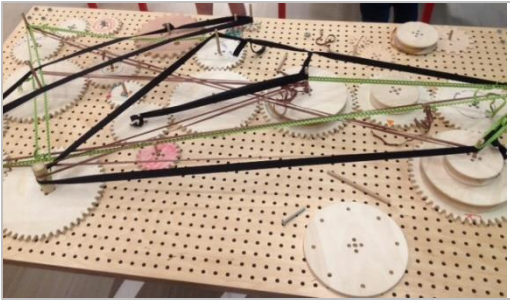
Espai Stop motion (Taula 32):





La caracterització de l'espai Stop motion és molt similar a la de l'espai d'ombres. Destaca el dispositiu utilitzat per crear les pel·lícules. D'una banda, aquest dispositiu no és molt conegut pels participants, que triguen un temps en fer-lo servir i es troben amb problemes com que la pel·lícula que estan creant se'ls esborra si no van prou ràpid, degut a que hi ha un temps limitat preprogramat. De l'altra, un cop se'n coneix l'ús, aquest dispositiu permet visualitzar fàcilment els resultats del que s'està fent.

Espais Comuns (Taula 33):

Finalment, pel que fa als espais comuns, aquests són destacables quant al grau de ludificació i el grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu (tant els materials com el testeig són més exclusius de cadascun dels espais ja analitzats). En aquest sentit, les zones comunes destaquen per l'èmfasi en el disseny juvenil i desenfadat i pel caràcter propi d'espai obert del Creativity.

Taula 29. Taula resum de les característiques de l'espai d'Engranatges




| Espai d'Engranatges | | | Grau |
|--|---|--|---|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb molts calaixos amb materials diversos | Alt |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials força familiars sense usos clars | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | Un cop conegut el seu ús, la versatilitat dels materials és força elevada, malgrat que sovint restringida pels plafons perforats presents a l'espai. | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | Els circuits que se solen fer en aquest espai permeten treballar conceptes relacionats amb la transmissió de moviment | |
| | | |   |

| | | | | |
|---|---|---|---|--------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>Alguns dibuixos al·legòrics, però en menor mesura que a l'espai de bales.</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Els participants poden provar de forma àgil i ràpida les seves creacions</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>Es facilita la col·laboració en petit grup mitjançant panells que poden connectar-se</p> |  | <p>Mitjà</p> |
| | <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>Es dificulta la col·laboració amb el gran grup ja que l'espai queda amagat darrera de la paret</p> |  | |

Taula 30. Taula resum de les característiques de l'espai d'Electricitat

| Espai d'Electricitat | | | Grau |
|--|---|--|-------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb calaixos amb materials diversos, tot i que en menor mesura que en d'altres espais | Mitjà |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials poc familiars | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | El reduït nombre de materials i el fet que les seves connexions siguin restringides, limita el nombre de combinacions possibles. | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | El corrent elèctric és el fenomen present en aquest espai | |



| | | | | |
|---|---|---|--|--------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>L'espai és força sobri i no compta amb massa dibuixos.</p> |  | <p>Baix</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>En certs moments els participants tenen dificultats per provar de forma ràpida les seves creacions ja que hi ha poques fonts d'electricitat</p> |  | <p>Mitjà</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>L'espai és molt ampli i es pot observar el que fan els altres. A més els panells poden connectar-se permetent la combinació de creacions entre grups</p> |  | <p>Alt</p> |
| | <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>L'espai està ubicat de tal forma que tothom pot veure el que s'està fent</p> | | |

Taula 31. Taula resum de les característiques de l'espai d'Ombres

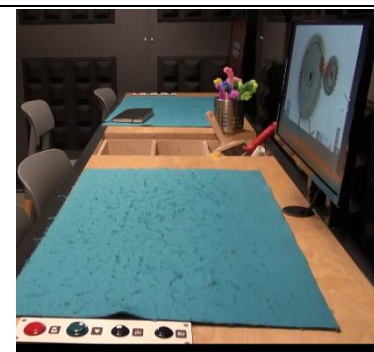
| Espai d'Ombres | | | Grau |
|--|---|--|-------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb calaixos amb materials diversos, tot i que en menor mesura que en d'altres espais | Mitjà |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials molt familiars. Alguns dels materials (ninos en forma d'animal...) conviden a la narrativa Dispositius poc familiars (plataforma giratòria) | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | El reduït nombre de materials limita el nombre de combinacions possibles | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | L'espai d'ombres permet explorar la naturalesa de la llum | |

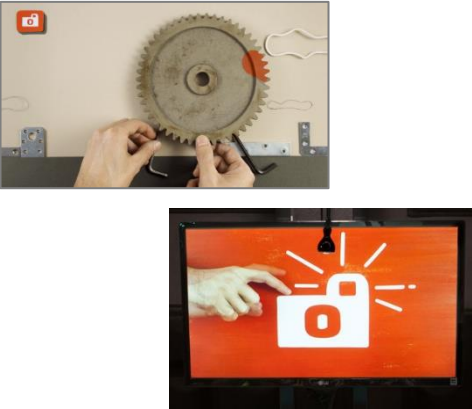




| | | | | |
|---|---|---|---|--------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>L'espai resulta força sobri doncs no compta amb massa dibuixos.</p> |  | <p>Baix</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Els participants tenen certes dificultats per veure el resultat del que estan fent</p> |  | <p>Mitjà</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>Es facilita la col·laboració en petit grup: taules contigües; material compartit</p> |  | <p>Mitjà</p> |
| | <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>La col·laboració amb el gran grup es veu una mica dificultat perquè l'espai queda amagat i no tothom veu el que s'hi està fent</p> |  | |





Taula 32. Taula resum de les característiques de l'espai de Stop motion

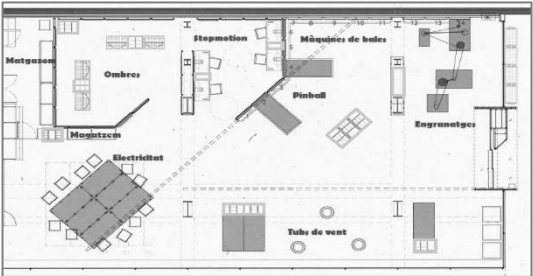
| Espais Stop motion | | | Grau |
|--|---|---|-------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | L'espai compta amb calaixos amb materials diversos, amb major diversitat que l'espai d'ombres però en menor mesura que en d'altres espais | Mitjà |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | Materials molt familiars. Alguns dels materials (ninos en forma d'animal...) conviden a la narrativa Dispositius poc familiars | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | El reduït nombre de materials limita el nombre de combinacions possibles | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | Els fenòmens darrera de l'Stop motion no són fàcils de copsar pels nens i nenes (tot queda amagat darrera dels botons i la pantalla, com una caixa negra) | |



| | | | | |
|---|---|---|--|--------------|
| <p>2. Grau de ludificació</p> | <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>L'espai de Stop motion es presenta amb un divertit vídeo que presenta en bucle diversos exemples de possibles creacions, tant en les pantalles individuals com en unes més grans a la vista de tothom.</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback)</p> | <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Els participants poden veure de manera immediata el resultat del que estan fent</p> |  | <p>Alt</p> |
| <p>4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu</p> | <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>Es facilita la col·laboració en petit grup mitjançant taules contigües i material compartit</p> |  | <p>Mitjà</p> |
| | <p>4.2 Connexió entre espais</p> | <p>La col·laboració amb el gran grup es veu una mica dificultat perquè l'espai queda amagat i no tothom veu el que s'hi està fent</p> | | |

Taula 33. Taula resum de les característiques dels espais comuns.

| Espais Comuns | | | Grau |
|--|--|---|--|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | 1.1 Materials i dispositius diversos | n/a | n/a |
| | 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | | |
| | 1.3 Possibilitat de combinacions | | |
| | 1.4 Fenòmens rellevants | | |
| 2. Grau de ludificació | 2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil | <p>El disseny de l'espai Creativity segueix una estètica concreta que juga amb els colors amb imatges icòniques que conviden a tocar per donar un aire informal i infantil a l'espai. Aquesta imatge es recolza en una iconografia i una tipografia amb un clar caràcter trencador.</p> <p>En l'espai, totalment obert i amb una gran entrada, trobem dibuixos i projeccions lluminoses al terra i a les parets. Alhora, el fet que l'espai es trobi en un context com un museu de la ciència ja dóna una connotació de diversió a la sessió.</p> |     <p>Iconografia de l'espai Creativity © Ivan Bravo</p> |
| | | Alt | |

| | | | | |
|--|-----------------------------|---|--|-----|
| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | 3.1 Dispositius de testeig | n/a | n/a | n/a |
| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | 4.1 Connexió entre persones | <p>El propi disseny del Creativity com a espai obert garanteix la lliure circulació entre espais permetent, en la majoria dels casos, poder veure què s'està fent en un espai o zona mentre s'està treballant en una altre. Alhora, molts dels elements del Creativity són modulars i poden moure's per tal d'oferir noves possibilitats (els carros de materials es poden desplaçar amb rodes, algunes taules de treball es poden separar i ajuntar-se de manera diversa,...).</p> |  <p>The floor plan illustrates a modular and open-plan workspace. Key areas are labeled in Catalan: 'Motgeson' (top left), 'Ombres' (top center), 'Stopmotion' (top right), 'Màquines de bodes' (top right), 'Pinball' (center), 'Engranatges' (right), 'Electricitat' (bottom left), and 'Tubs de vent' (bottom center). The layout shows a central open area with various workstations and furniture arranged to facilitate movement and interaction.</p> | Alt |
| | 4.2 Connexió entre espais | | | |

5.1.2 Caracterització general

Prenent en compte les característiques de cada espai, i considerant també les característiques generals del Creativity, l'anàlisi de les dades exploratòries ha permès fer una valoració global del Creativity com a espai tinkering. D'una banda, tal com hem pogut veure, les diverses zones disposen d'un ampli ventall de materials de diferent naturalesa i ofereixen la possibilitat de que s'hi reproduïxin fenòmens també diversos (Taula 35). Alhora, el disseny desenfadat de l'espai, amb dibuixos i colors potents com el vermell, faciliten la idea de ludificació. Aquest ambient lúdic es veu reforçat per altres factors com, per exemple, el fet que l'espai se situï en un museu (els participants ja hi van amb certes expectatives d'entreteniment). (Taula 36). En tots els casos, aquests resultats són testeiables: les creacions de la zona de vent poden provar-se in situ amb els tubs, el programari de l'stop motion permet reproduir en tot moment el que s'està fent,... (Taula 37)

Finalment, al tractar-se d'un espai obert i tenint en compte com estan dissenyades la majoria de les zones, és fàcil que es doni col·laboració entre els participants. Les taules grans de les zones d'electricitat i de vent, la situació contigua dels panells amb forats de la zona de mecànica (a excepció de la d'engranatges que, com comentarem més endavant, queda una mica amagada) o la ubicació de dues taules conjuntes en el cas de la zona d'ombres faciliten la interacció i col·laboració entre els participants (Taula 38).

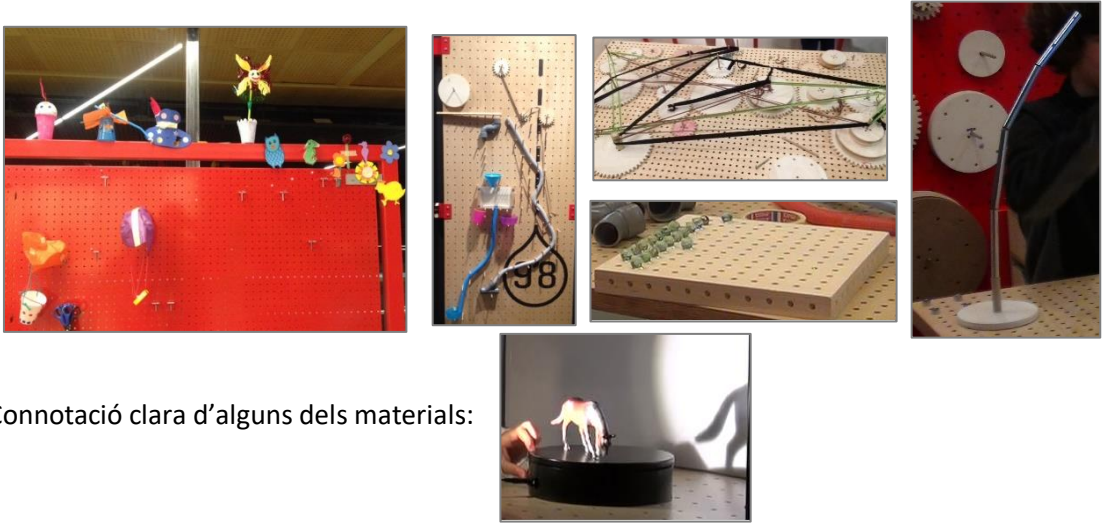


Seguint el criteri establert en definir l'anàlisi de les dades exploratòries, segons el qual cada grau de la caracterització es definia de *Baix* a *Alt* segons la seva presència en el total dels espais analitzats (incloent-hi els espais comuns) (Taula 39, Taula 40, Taula 41 i Taula 42), s'ha pogut fer una caracterització general del Creativity com a espai tinkering (Taula 34).

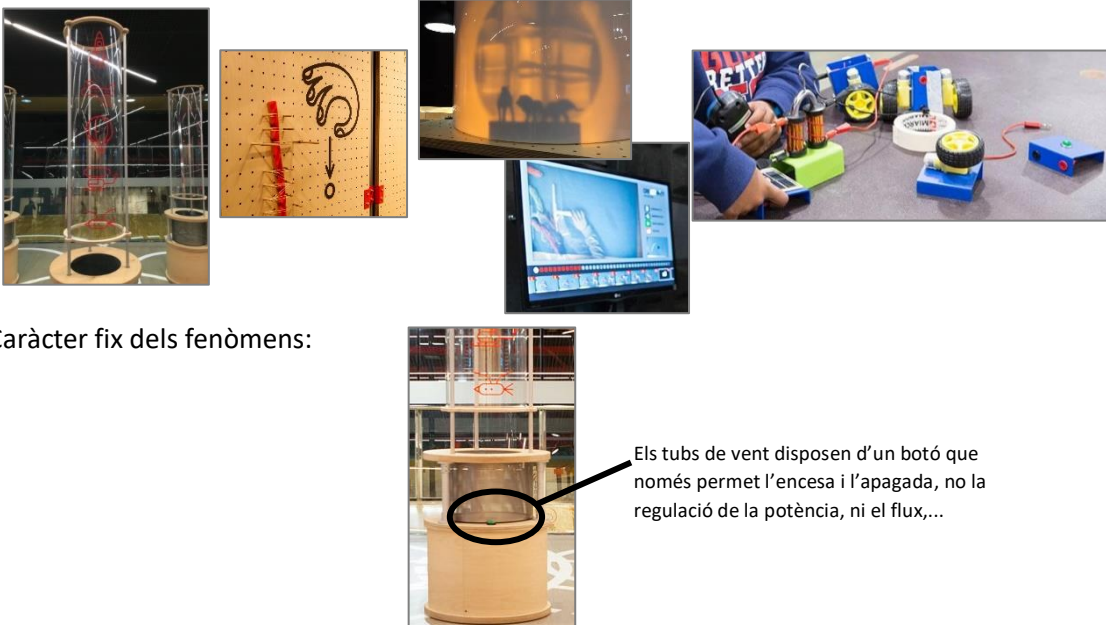
Taula 34. Caracterització general del Creativity com a espai tinkering segons les dimensions definides

| Caracterització general del Creativity com a espai tinkering | |
|---|-----------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | Mitjà-Alt |
| 2. Grau de ludificació | Mitjà |
| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | Mitjà-Alt |
| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | Mitjà-Alt |

Taula 35. Resultats respecte al grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens presents a l'espai Creativity

| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | | Mitjà-Alt |
|--|--|--|
| <p>1.1 Materials i dispositius diversos</p> | <p>Cada espai compta amb materials i dispositius propis que són força diferents als dels altres espais. En la majoria dels casos, aquests materials són visibles en el moment en què s'entra a l'espai Creativity, disposats de forma que conviden a fer-los servir (la majoria estan a la vista, amb molta quantitat per poder-se utilitzar per més d'una persona alhora,...).</p> |  |
| <p>1. 2 Materials i dispositius de fàcil ús</p> | <p>Molts dels materials disponibles a cadascun dels espais són materials quotidians per als nens i nenes, ja siguin d'ús domèstic (com les gomes elàstiques o les pinces d'estendre) o d'ús més específic (com els materials de plàstica). Tot i així, en alguns espais, els materials i els dispositius són força específics i desconeguts per part de l'alumnat. És el cas, per exemple, de l'espai d'electricitat i el de stopmotion.</p> | <p>Carros amb material a la vista, material de la zona d'engranatges penjat...</p>  |

| | | |
|--|---|---|
| <p>1.3 Possibilitat de combinacions</p> | <p>En la majoria dels espais, els materials disponibles són molt versàtils i es poden combinar de diverses maneres. En canvi, alguns dels materials tenen unes connotacions molt clares (p.e.: les figures amb forma d'animals de la zona de llum) o presenten limitacions a l'hora de connectar-se entre elles, permetent una combinació mínima entre elles (p.e.: els materials de la zona d'electricitat)</p> | <p>Ús divers dels mateixos materials (versatilitat):</p>  <p>Connotació clara d'alguns dels materials:</p>  <p>Reduït grau de combinació:</p>  |
|--|---|---|

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| <p>1.4 Fenòmens rellevants</p> | <p>La pròpia denominació de les quatre zones del Creativity ja evidencia la varietat de fenòmens presents en aquest espai.</p> <p>Cal destacar, però, que existeix una limitació donat que en la gran majoria dels espais no es poden modificar gaire les condicions del fenomen amb què es treballa (p.e.: no es pot modificar la potència del ventilador als tubs de vent).</p> |  <p>Caràcter fix dels fenòmens:</p> <p>Els tubs de vent disposen d'un botó que només permet l'encesa i l'apagada, no la regulació de la potència, ni el flux,...</p> |
|---------------------------------------|---|--|

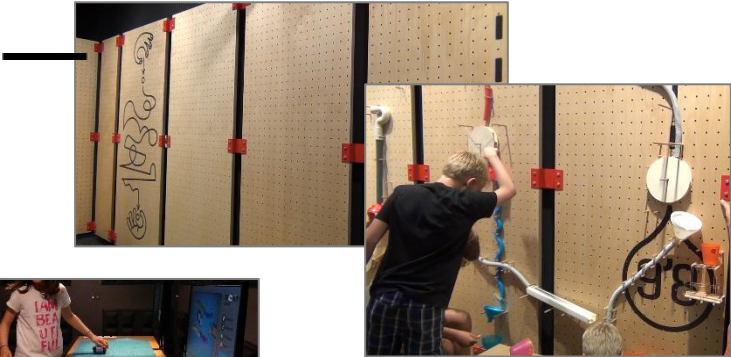

Taula 36. Resultats respecte al grau de ludificació de l'espai Creativity

| 2. Grau de ludificació | | Mitjà-Alt |
|--|--|---|
| <p>2.1 Disseny desenfadat, de caràcter juvenil/infantil</p> | <p>El disseny de l'espai Creativity segueix una estètica concreta molt desenfadat i juvenil. Tant en els espais comuns com en les diverses zones, trobem dibuixos o similar que potencien aquest disseny desenfadat tot seguint la iconografia de l'espai.</p> <p>El disseny d'alguns espais, però, resulta especialment sobri en contrast amb la resta dels espais.</p> | <div data-bbox="862 363 1361 609"> </div> <div data-bbox="882 619 1294 794"> </div> <div data-bbox="900 986 1281 1241"> </div> <div data-bbox="1370 338 1995 715"> </div> <div data-bbox="1400 730 1973 1109"> </div> <div data-bbox="1467 1114 1973 1141"> <p>Iconografia de l'espai Creativity © Ivan Bravo</p> </div> <div data-bbox="900 1248 1550 1300"> <p>Alguns espais, com els de l'electricitat o el d'ombres, tenen un disseny més sobri que la resta d'espais del Creativity</p> </div> |

Taula 37. Resultats respecte al grau de facilitat per a rebre feedback en l'espai Creativity

| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | | Mitjà-Alt |
|---|---|--|
| <p>3.1 Dispositius de testeig</p> | <p>Les creacions dels participants són fàcilment testeigables tant en la seva versió final com en les versions intermèdies obtingudes al llarg de les sessions. Les creacions de la zona de vent poden provar-se <i>in situ</i> amb els tubs de vent tantes vegades com sigui necessari, el programari de l'<i>stop motion</i> permet reproduir en tot moment el que s'està fent, l'ús de "baixes tecnologies" a la zona de mecànica garanteix la facilitat de dur a terme proves com també passa amb el tipus de fonts emprades a la zona d'electricitat. Només l'espai d'ombres presenta limitacions quant a veure els resultats ja que els participants han de donar la volta a la taula en la que estan treballant per tal de veure quin és l'aspecte de la creació feta (*)</p> <p>(*) En el moment de la redacció d'aquesta tesi, es va començar a explorar la possibilitat d'utilitzar miralls davant les pantalles de llum per facilitar la comprovació de les creacions.</p> | <div data-bbox="862 339 1008 790">  <p>El panell de comandaments de l'<i>stop motion</i> disposa del botó de "play" per poder veure el resultat del que s'ha fet en cada moment.</p> </div> <div data-bbox="1153 486 1646 750">  <p>Prement els botons verds dels tubs de vent, l'alumnat pot provar fàcilment si la seva creació vola o no.</p> </div> <div data-bbox="1691 566 1937 758">  <p>A l'espai d'electricitat, simplement girant la dinamo, els participants poden veure si la seva creació funciona com esperaven.</p> </div> <div data-bbox="1209 917 1433 1313">  <p>Els participants proven les seves creacions a la zona de mecànica llançant, per exemple, les bales pels seus circuits.</p> </div> <div data-bbox="1579 1037 1973 1313">  <p>A l'espai d'ombres, els participants necessiten donar la volta a la taula per veure el resultat de les seves creacions.</p> </div> |

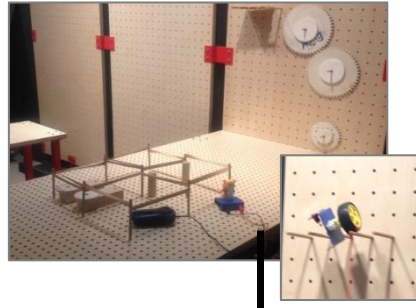
Taula 38. Resultats respecte al grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en l'espai Creativity

| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | | Mitjà-Alt |
|--|---|--|
| <p>4.1 Connexió entre persones</p> | <p>Totes les zones i espais es presenten de forma que fomenten la col·laboració entre els participants: grans taules (electricitat i vent), situació contigua dels panells amb forats (mecànica), ubicació de dues taules conjuntes (ombres i Stop motion)...</p> | <p>Els panells de la zona de mecànica estan ubicats de tal forma que conviden a connectar les creacions.</p>  <p>En la zona de llum es troben taules contigües que comparteixen l'espai de materials per tal de fomentar el treball conjunt entre el participants.</p>  <p>Grans taules de treball (modulars) a l'espai d'electricitat i a l'espai de vent</p> |

4.2 Connexió entre espais

El propi disseny del Creativity (Figura 10) com a espai obert garanteix la lliure circulació entre espais permetent, en la majoria dels casos, poder veure què s'està fent en un espai o zona mentre s'està treballant en una altre. Alhora, molts dels elements del Creativity són modulars i poden moure's per tal d'oferir noves possibilitats (els carros de materials es poden desplaçar amb rodes, algunes taules de treball es poden separar i ajuntar-se de manera diversa,...).

En aquesta connexió entre espais trobaríem una excepció en la zona de llum, on tant l'espai d'ombres com el de l'Stop motion queden amagades, com l'espai d'engranatges, que ofereix una visibilitat reduïda en quedar darrera d'una paret triangular.



Exemple de l'ús de materials de la zona d'electricitat en la zona de mecànica (a l'esquerra es va construir una casa per a l'oset de l'espai d'electricitat).

Malgrat el caràcter obert del Creativity, hi ha espais, com el d'ombres (a la imatge esquerra, seguint les fletxes), l'stopmotion o el d'engranatges (imatge dreta, darrera columna vermella) que queden amagats.



Elements modulars

Taula 39. Valoració del grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar en cada espai i al Creativity en general

| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | Zona Vent | Zona Mecànica | | Zona Electricitat | Zona Llum | | Espais comuns | Grau |
|--|------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------|
| | Espai Vent | Espai bales | Espai engranatges | Espai Electricitat | Espai Ombres | Espai Stop motion | | |
| 1.1 Materials i dispositius diversos | Alt | Alt | Alt | Mitjà | Mitjà | Mitjà | n/a | Mitjà-Alt |
| 1.2 Materials i dispositius de fàcil ús | | | | | | | | |
| 1.3 Possibilitat de combinacions | | | | | | | | |
| 1.4 Fenòmens rellevants | | | | | | | | |

Taula 40. Valoració del grau de grau de ludificació en cada espai i al Creativity en general

| 2. Grau de ludificació de l'activitat | Zona Vent | Zona Mecànica | | Zona Electricitat | Zona Llum | | Espais comuns | Grau |
|---------------------------------------|------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|-------|
| | Espai Vent | Espai bales | Espai engranatges | Espai Electricitat | Espai Ombres | Espai Stop motion | | |
| 2.1 Disseny desenfadat | Alt | Alt | Alt | Baix | Baix | Alt | Alt | Mitjà |

Taula 41. Valoració del grau de facilitat a rebre feedback de l'activitat en cada espai i al Creativity en general

| 3. Grau de facilitat per a rebre <i>feedback</i> de l'activitat | Zona Vent | Zona Mecànica | | Zona Electricitat | Zona Llum | | Espais comuns | Grau |
|---|------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------|
| | Espai Vent | Espai bales | Espai engranatges | Espai Electricitat | Espai Ombres | Espai Stop motion | | |
| 3.1 Dispositius de testeig | Alt | Alt | Alt | Mitjà | Mitjà | Alt | n/a | Mitjà-Alt |

Taula 42. Valoració del grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en cada espai i al Creativity en general

| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | Zona Vent | Zona Mecànica | | Zona Electricitat | Zona Llum | | Espais comuns | Grau |
|--|------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------|
| | Espai Vent | Espai bales | Espai engranatges | Espai Electricitat | Espai Ombres | Espai Stop motion | | |
| 4.1 Connexió entre persones | Alt | Alt | Mitjà | Alt | Mitjà | Mitjà | Alt | Mitjà-Alt |
| 4.2 Connexió entre espais | | | | | | | | |

5.1.3 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.1

L'Estudi 1.1 ha permès identificar quatre dimensions que ens faciliten valorar la “tinkerabilitat” d'un espai tinkering. En aquest sentit, els resultats de l'anàlisi portada a terme ha permès validar aquestes dimensions tot desgranant els trets del Creativity que el caracteritzarien com a espai tinkering: existeix un alt grau de diversitat de materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar; l'espai es presenta com un espai de caire lúdic; l'espai i les zones que el configuren faciliten que els participants puguin provar de forma àgil el resultat de les seves creacions i el disseny de l'espai promou un treball de col·laboració. Aquests resultats recolzen el que ja deien alguns autors (Petrich et al., 2013; Resnick & Rosenbaum, 2013; Vossoughi & Bevan, 2014) en relació a, per exemple, com han de ser els materials o com s'ha de dissenyar la distribució de l'espai, però suposen una major sistematització en la caracterització dels aspectes físics del Tinkering de forma independent a d'altres conceptes rellevants com la proposta metodològica o l'activitat en si, que analitzarem més endavant. La validació d'aquest model, però, s'ha vist limitada per les característiques concretes del context de la recerca.

En termes generals, el Creativity presenta un grau força elevat de “tinkerabilitat”, resultant així en un exemple d'espai tinkering. Tot i així, malgrat que la majoria de zones del Creativity tenen molts aspectes en comú - existeix varietat de materials, els dispositius utilitzat no són molt sofisticats (no es treballa amb temes de robòtica o impressió 3D, per exemple),... - el cert és que, quan aprofundim en les característiques específiques de cada espai, identifiquem algunes diferències quant a la seva “tinkerabilitat”. Hi ha espais que, pel tipus de materials i dispositius que presenten i la forma com està distribuït l'espai, tenen un grau de “tinkerabilitat” més elevat que d'altres. És el cas, per exemple, de l'espai de bales i l'espai de tubs de vent. En ambdós espais, els graus de “tinkerabilitat” establerts per les quatre dimensions proposades són força elevats. D'altres espais, en canvi, presenten certes limitacions que, malgrat no desvirtuar el caràcter Tinkering de l'espai, suposen clarament un menor grau de “tinkerabilitat” en algunes de les dimensions plantejades. Aquest seria el cas de l'espai d'engranatges i l'espai d'electricitat. Mentre el primer té mancances quant a l'accessibilitat des d'altres espais, dificultant així la col·laboració, el segon veu en els seus materials, desconeguts i amb restriccions per a ser combinats, una limitació del seu potencial com a espai tinkering. De forma similar, però amb un grau potser una mica més reduït de “tinkerabilitat” trobaríem la zona de la Llum. Sens dubte, la seva ubicació, més aïllada de la resta de zones i el tipus de materials que en ella hi podem trobar, de connotació narrativa i amb usos poc oberts, limiten la seva potencialitat com a context Tinkering.

Ara bé, tot i que es confirmi la “tinkerabilitat” de les zones del Creativity, i del Creativity en general, que es faci un ús o un altre dels materials i dispositius disponibles i que s'explorin d'una forma o d'una altra els fenòmens en joc, depèn també de com es presenta l'espai als nens i les nens que hi participen i de les tasques que se'ls demana que facin. Tal com apuntaven Woolner i col·legues (2012), la configuració física dels espais no comporta per si sola canvis en la pràctica docent. En el següent apartat, corresponent als resultats de l'Estudi 1.2, seguim explorant la “tinkerabilitat” del Creativity prenent en consideració l'enfocament metodològic que es segueix en aquesta proposta, és a dir, com es planteja l'ús de l'espai físic.

5.2 Estudi 1.2. Caracterització de la proposta metodològica del Creativity

Més enllà de l'entorn material d'un espai tinkering, el grau de "tinkerabilitat" que pot tenir una proposta basada en el Tinkering ve determinada també per la forma en què es transmet als nens i a les nenes què fer amb aquest espai. En aquest sentit, l'Estudi 1.2 explora, basant-se en les mateixes dimensions que les emprades en l'Estudi 1.1 però amb d'altres descriptors, el grau de "tinkerabilitat" de la proposta metodològica del Creativity. Aquesta proposta metodològica es desenvolupa al llarg d'una sessió Creativity, que sol presentar la següent estructura: una introducció, d'una durada aproximada d'uns 15 minuts; un temps d'activitat lliure, amb presència de monitoratge o facilitació, que ocupa la major part de la sessió; i una cloenda d'uns 15 minuts (incloent la recollida de material) (Taula 43).

Taula 43. Estructura bàsica d'una sessió Creativity

| Parts d'una sessió Creativity | Durada (min.) |
|-------------------------------|---------------|
| Introducció | 15 |
| Activitat lliure | 90 |
| Cloenda | 15 |


L'anàlisi del plantejament metodològic desplegat al llarg d'aquestes parts permet caracteritzar el Creativity com a una proposta metodològica Tinkering. El resum d'aquesta anàlisi es troba en la Taula 44 mentre que l'aprofundiment en la mateixa quant a les diverses dimensions i descriptors es detalla en les Taules Taula 45, Taula 46, Taula 47 i Taula 48 . El grau en què aquestes dimensions es troben presents en una sessió Creativity s'ha valorat aquest cop en termes generals.

Taula 44. Caracterització general del Creativity com a proposta metodològica Tinkering segons les dimensions definides


| Caracterització general del Creativity com a proposta metodològica Tinkering | |
|---|-------|
| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | Alt |
| 2. Grau de ludificació | Mitjà |
| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | Alt |
| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | Alt |


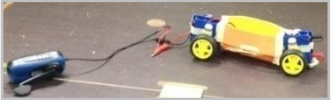


El primer que destaca quant a la proposta metodològica és la forma com es presenten els materials. Més enllà del que ja comentàvem a nivell de l'entorn material del Creativity com a espai tinkering, un tret característic del Creativity és el fet que tots els materials es presenten explícitament des d'un principi. En la introducció, els facilitadors i les facilitadores expliquen les diverses zones i espai i emfatitzen la presència de materials diversos (Taula 45).




Taula 45. Resultats respecte al grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens presents al Creativity de la proposta metodològica

| 1. Grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar | | Alt |
|---|---|--|
| <p>1.5 Presentació de tots els materials i dispositius des del principi de les activitat</p> | <p>En la introducció, a banda de presentar-se els diversos espais i explicar on podran trobar els materials, s'emfatitza la rellevància d'aquests per a portar a terme les creacions.</p> |  |


Taula 46. Resultats respecte al grau de ludificació de la proposta metodològica del Creativity

| 2. Grau de ludificació | | Mitjà |
|---|--|---|
| <p>2.2 Èmfasi en el procés per sobre dels resultats i despenalització de l'error</p> | <p>Les creacions tenen un caràcter bastant efímer. L'objectiu no és fer una cosa concreta i que al final els nens i les nenes s'ho emportin o que algú ho avaluï. Hi ha un cert grau d'imperfecció ens els exemples que es deixen, tot i que en algun cas són exemples difícils d'abastar per l'alumnat.</p> |  |



| | | |
|---|--|---|
| <p>2.2 Èmfasi en el procés per sobre dels resultats i despenalització de l'error (Cont.)</p> | <p>Es parla sobre el que no ha anat bé, però per entendre què es pot fer (o s'ha fet) per a solucionar-ho. No es dóna per suposat que hagin de saber fer totes les coses. Paraules com "Arrisca" es troben també en diversos llocs de l'espai.</p> | <p>Missatges com "Arrisca", "Crea" o "Innova" són presents al Creativity</p>    <p>Els exemples que se solen deixar no són perfectes, malgrat que, en alguns casos, poden ser complicats per als nens i les nens.</p> |
| <p>2.3 Sensació de llibertat</p> | <p>Es transmet als participants que no hi ha límits ni directrius.</p> |  <p>Us donarem instruccions?</p> <p>Nooooo!!</p> <p>No us diem com heu de treballar. Si voleu us poseu en grups de 2 o de 3, o us poseu a treballar sols...</p> <p>...us creeu els vostres propis reptes, per on voleu començar, què voleu fer...</p> |

| | | |
|---|---|--|
| <p>2.3 Sensació de llibertat (Cont.)</p> | <p>No es dóna una definició explícita del que cal fer en cada espai, malgrat que en alguns casos hi ha indicacions implícites (exemples anteriors, imatges al·legòriques,...)</p> | <p>Informació implícita sobre el que es pot fer (exemples, imatges al·legòriques...) però amb marge per a plantejar altres objectius: figures en el tub de vent, decoració dels materials a l'espai d'engranatges...):</p>  |
| <p>2.4 Diversió</p> | <p>El context no formal ja dóna una connotació de diversió a la sessió. Es fomenta un to distès i de diversió. Missatges com "Per participar, només cal tenir ganes d'experimentar, provar... i jugar" reben els participants a l'entrada del Creativity.</p> |   <p>Els engranatges de l'entrada amb missatges com: "Per participar, només cal tenir ganes d'experimentar, provar... i jugar"</p> |

Taula 47. Resultats respecte al grau de facilitat en la proposta metodològica per a rebre feedback

| 3. Grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) | | Alt |
|---|---|---|
| <p>3.2 Foment de la prova</p> | <p>Tant en la introducció com al llarg de la sessió, els nens i les nens reben missatges que els conviden a provar les seves creacions.</p> | <p>“Creieu que us sortirà a la primera? Que surti a la primera és complicat... moltes vegades el que fem aquí és jugar amb el “prova-error”, és anar provant les nostres creacions i anar-les millorant”</p>   |

Taula 48. Resultats respecte al grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu en la proposta metodològica

| 4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu | | Alt |
|---|--|--|
| <p>4.3 Promoció de la col·laboració entre persones</p> | <p>Es fomenta la col·laboració, entre nens i nenes i també amb els adults acompanyants</p> | <p>Ara haureu d'anar observant, anar preguntant, anar col·laborant...per crear tot el que vulgueu</p> <p>Estic segura que, entre vosaltres, si col·laboreu fareu projectes molt i molt interessants!</p> <p>... a veure, que aixequi el dit qui tingui més de 7 anys...</p> <p>Oh! Vosaltres, pares i mares, no teniu més de 7 anys? Vosaltres també podeu participar eh?</p>   |

4. Grau de promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu (Cont.)

4.4 Promoció de la lliure circulació entre espais

Es transmet el caràcter permeable de l'espai obert, promovent la connexió entre espais: utilitzant els materials d'un espai en un altre, mirant què fan els companys o les companyes en d'altres espais...

Comentar-vos... potser a part del material que teniu allà (a la zona de l'electricitat), creieu que potser us aniria bé algun altre material (d'altres espais) que no heu vist i que hi ha pel Creativity? Doncs... no hi ha problema!



No tingueu por tampoc d'utilitzar coses de diferents llocs

Pel que fa al grau de ludificació, els resultats confirmen que la proposta metodològica del Creativity es basa en el joc. D'una banda, donat que no hi ha un objectiu final definit, s'emfatitza el procés per sobre del resultat i es dona constantment la sensació de llibertat als nens i a les nenes. Alhora, tota la sessió es desenvolupa en un ambient de diversió que dona recolzament a aquest enfocament lúdic de la proposta (Taula 46). D'altra banda, també es busca incidir en el caràcter temptatiu del Creativity, promovent que els nens i les nenes provin les seves creacions i vegin en l'error una oportunitat per avançar (Taula 47). Finalment, en la proposta metodològica hi ha una clara intenció de fomentar la col·laboració entre els participants, ja sigui entre nens i nenes o entre nens/nenes i adults així com d'incentivar la fluïdesa de moviment en l'espai Creativity, proposant la connexió entre espais a l'hora de fer creacions (Taula 48).

5.2.1 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.2

Més enllà de les característiques pròpies dels espais, els resultats de l'Estudi 1.2 posen de manifest que la "tinkerabilitat" d'una proposta educativa Tinkering pot vindre donada també pel plantejament metodològic amb què s'acompanya l'espai. Així, el grau de diversitat de materials, dispositius i fenòmens, el grau de ludificació, el grau de possibilitat de rebre feedback i el grau de col·laboració del Creativity es veuen reforçats per com es presenta l'espai tinkering en relació a l'actitud promoguda i a l'activitat esperada. Allò que es diu a la introducció o a llarg de la facilitació -deixant més o menys oberta la porta a la improvisació i a l'error- i el grau d'explicitació sobre el que s'ha de fer en un espai tinkering -deixant creacions ja fetes com a exemple- condicionen també el grau de "tinkerabilitat" de l'espai. Sota la nostra perspectiva, a mida que ens allunyem d'aquesta llibertat, improvisació i possibilitat de resultats inesperats, ens allunyem de l'esperit Tinkering. Malgrat continuar dins d'un paraigües de context Maker (pel tipus de materials disponibles i pel tipus d'activitat que s'hi promou) un mateix espai amb potencial de ser un espai tinkering, pot deixar de ser-ho si no es prenen en consideració algunes de les dimensions proposades en la nostra anàlisi. Com passava amb l'Estudi 1.1, aquests resultats coincideixen en gran mesura amb els d'altres autors (Petrich et al., 2013) però emfatitzen el caràcter distintiu de la proposta metodològica deslligada de les característiques físiques d'un espai tinkering.

En aquest sentit, l'Estudi 1.2 confirma que la proposta metodològica amb la que s'acompanya l'espai Creativity presenta també un elevat grau de "tinkerabilitat". D'una banda, la diversitat de materials i fenòmens, i les combinacions a fer amb els mateixos, es veu emfatitzada per la possibilitat d'utilitzar tots els materials disponibles des d'un principi, sense necessitat d'esperar haver fet alguna cosa per a poder passar a l'ús d'un material o dispositiu en concret. Estretament lligat amb això, el caràcter temptatiu de les tasques a portar a terme que es transmet amb la promoció de la prova dona sentit a les possibilitats de testeig i prova del propi espai. D'altra banda, la despenalització de l'error, la sensació de llibertat i l'ambient de diversió amb què s'imbueix als nens i a les nenes en entrar a l'espai Creativity reforcen el caire ja de per si lúdic de l'espai. Finalment, les possibilitats de l'espai Creativity com a espai obert es veuen recolzades en la rellevància que es dona a la col·laboració entre els participants.

Un altre resultat interessant de l'Estudi 1.2 és el fet que ha permès constatar que aquesta proposta metodològica no la trobem només en allò que es diu en la introducció o al llarg d'una sessió, sinó també en com s'empra l'espai material: ubicació de missatges educatius en l'espai, ús d'exemples, disposició dels materials,... per promoure una certa actitud i l'activitat. Per exemple, d'entre els recursos utilitzats en la proposta metodològica del Creativity per a fomentar aquest ambient lúdic destaquem l'ús d'exemples de creacions d'altres nens i nenes. Com hem pogut veure, aquests exemples es caracteritzen per obrir el ventall de possibilitats (a l'espai de vent no trobem només objectes voladors, sinó també creacions de caire artístic) i per

presentar-se de forma imperfecta. No es tracta de propostes exemplars, sinó simplement de mostres que pretenen il·luminar als nens i a les nenes. En alguns casos, però, el grau de complexitat dels exemples exposats sembla jugar en contra de la sensació de llibertat que es busca transmetre.

Amb tot, tant l'Estudi 1.1 com l'Estudi 1.2 confirmen que tant l'espai com la proposta metodològica d'un context Tinkering poden emfatitzar la "tinkerabilitat" o que, per contra, poden disminuir-la. En la nostra recerca ens preguntem també com aquestes circumstàncies poden influir en el desenvolupament de l'activitat que té lloc en un espai tinkering. En el següent apartat resumim com es desenvolupa l'activitat de nens i nenes en una sessió Creativity per tal de poder definir no només com és un espai tinkering i amb quina metodologia es proposa, sinó també què hi succeeix realment.

5.3 Estudi 1.3. Caracterització de l'activitat que té lloc al Creativity

El primer que destaca en observar una sessió Creativity és que els nens i les nenes es mostren ansiosos per començar, mentre que els adults ho fan amb més cautela. Un cop s'acaba la introducció feta pels facilitadors i per les facilitadores, els participants infants surten disparats capa a les diverses zones. En general, sol haver-hi una distribució equilibrada entre els espais al principi, tot i que al llarg del desenvolupament de les sessions alguns espais són més exitosos que d'altres. Sovint, els tubs de vent i les màquines de bales resten plens al llarg de tota la sessió, mentre que els espais d'ombres, electricitat i engranatges van perdent participants a mida que va avançant el temps. Destaca el fet d'observar que hi ha nens i nenes que de seguida es posen a treballar en un espai, mentre que n'hi ha que no saben què fer i donen voltes. Aquesta diferenciació sembla veure's agreujada en termes de gènere: com més gran són els nens i les nenes, més dificultat tenen les nenes en iniciar un activitat de forma lliure. Sigui com sigui, al llarg de l'activitat hi ha qui es queda sempre al mateix espai, qui va provant diversos espais o qui passa gran part del temps en un espai, n'explora d'altres i torna finalment a l'espai inicial per a focalitzar la seva activitat.

Aquesta variabilitat de comportament i la llibertat absoluta de moviment en el si de l'espai, fa que, en observar una sessió al Creativity sigui difícil no perdre's en tot el que hi succeeix al llarg de les pràcticament dues hores que dura l'activitat. Amb infants i adults movent-se amunt i avall, converses animades a totes bandes i tubs de vent encenent-se constantment, entre d'altres, l'ambient pot semblar fins i tot una mica caòtic i desestructurat. Els resultats de l'estructuració de les observacions en base a les fases proposades (Exploració, Plantejament de l'objectiu i Avançament cap a l'objectiu, Taula 17) van permetre, però, identificar patrons de comportament tot aprofundint en com es desenvolupa una activitat tinkering al Creativity.

5.3.1 Fases identificades en una activitat Creativity

A l'hora d'analitzar l'activitat dels participants en cadascun dels espais, es van poder observar trets comuns en la forma com aquests s'involucren en cadascuna tres fases proposades per a caracteritzar una sessió Creativity, permetent una caracterització més específica d'aquestes fases:

- 1) Exploració:** en aquesta fase, els participants actuen sense un objectiu clar més enllà que el d'explorar l'espai i els materials. Podem observar als participants mirant als companys i a les companyes en busca d'inspiració o jugant i provant les creacions que ja hi ha com a exemple. Solen ser usuales preguntes del tipus "Per a què serveix això?" o "Què podem fer?".

En aquesta exploració es van identificar tres etapes (Figura 20):

- Conèixer els materials i dispositius: una primera etapa en la que el participant té un primer contacte amb alguns materials (coneix els materials i dispositius disponibles en l'espai)
- Conèixer els usos dels materials i dispositius: una segona etapa en la que es planteja possibles usos (per exemple, veure que la dinamo té uns cables que es poden connectar als borns d'algunes de les altres peces)
- Utilitzar els materials i dispositius: finalment s'identifica una tercera etapa en la que es comença a provar d'utilitzar els materials i dispositius (després de connectar, girar la dinamo i veure què passa)

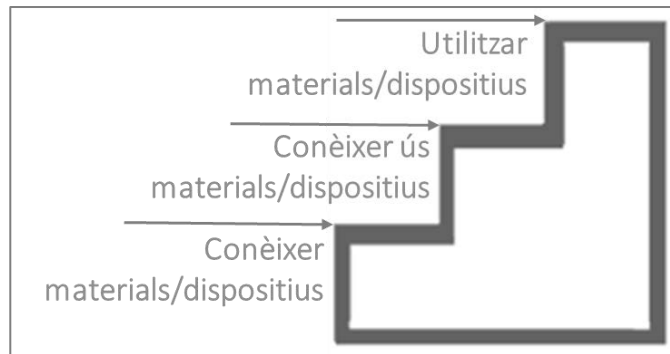


Figura 20. Etapes en l'exploració de materials i dispositius de cada espai

Com veurem més endavant, aquestes tres etapes no es donen sempre ni tampoc de forma consecutiva doncs la naturalesa dels materials i/o dispositius presents fa que els participants s'hi acostin de forma diversa en funció de la seva experiència prèvia amb els mateixos.

- 2) Plantejament d'un objectiu:** en la majoria de casos s'identifica un canvi en l'activitat en el moment en què els participants passen de la fase de mera exploració cap a una fase més focalitzada. Aquest plantejament d'objectius pot ser propi o extern (proposat pels iguals, adults acompanyants o facilitadors/es) i explícit, amb expressions del tipus "Ja sé què podem fer!" o "I si fem ..." o "M'està començant a venir la idea", o implícit, identificant-se en el comportament una certa intencionalitat (per exemple, seleccionant intencionalment els materials a utilitzar).

En termes generals, els objectius que solen plantejar-se els participants en el Creativity es van classificar en tres tipologies (Figura 21):

- **Funcional:** l'objectiu principal és aconseguir un objecte/artefacte/creació que faci una cosa en concret o es comporti d'una certa manera (*Vull que faci...*) (p.ex.: un globus que arribi fins a la meitat del tub de vent, un cotxe de quatre rodes que funcioni amb la dinamo, un circuit de bales que recorri un panell vertical i connecti amb d'un horitzontal...). Aquest tipus d'objectiu, centrat a dissenyar solucions, estaria relacionat amb la idea de pràctiques de l'enginyeria.
- **Investigatiu:** l'objectiu principal és entendre un cert fenomen o el comportament de la seva creació (*Em pregunto com...*) (p.ex.: entendre per què el seu circuit funciona tant amb l'interruptor obert com tancat, comparar la sustentació de dues naus tipus globus amb bases diferent,...). Aquest tipus d'objectiu, que se centra en construir explicacions al què passa, estaria relacionat amb la idea de pràctiques científiques.
- **Artístic/estètic:** l'objectiu principal no està tan lligat a que l'artefacte faci una cosa sinó que sigui d'una certa manera o expressi una certa cosa/narració (*Vull que sigui/vull que expressi...*) (p.ex.: fer que la pantalla de les ombres simuli un capvespre)

El com abordar la consecució d'aquest objectiu explica les accions portades a terme en la tercera de les fases.



Figura 21. Els objectius plantejats pels participants poden tenir diverses naturaleses: funcionals, artístiques o investigatives

Cal destacar que aquesta fase de *plantejament de l'objectiu* sembla crítica a l'hora d'entendre com es desenvolupa una activitat en el Creativity, ja que és la porta per a que els nens i les nenes s'involucrin en l'activitat tinking de forma focalitzada, més enllà del l'entreteniment o joc. En el següent episodi (Figura 22) un nen desmunta tot el que ha fet a l'espai de les Bales després de vint minuts intentant fer quelcom ja que no sembla haver pogut plantejar-se o apropiat-se d'un objectiu. Al llarg de la seqüència els adults (mestre i facilitador) s'hi acosten per donar-li idees sobre com subjectar coses o quins materials utilitzar, però aquests suggeriments no semblen ser significatius ja que el nen no s'ha plantejat cap meta concreta.

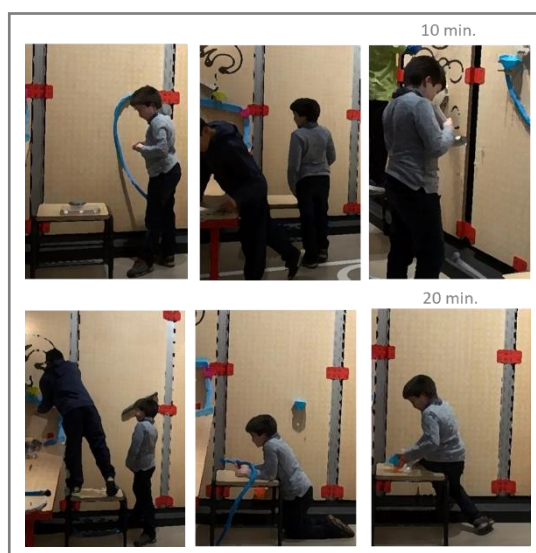


Figura 22. Seqüència en la que s'observa un nen que acaba abandonant l'activitat per no haver aconseguit plantejar-se o apropiat-se d'un objectiu.

3) Avançament cap a l'objectiu: en aquestes fase és quan els participants es mostren més involucrats amb l'activitat. Els trobem buscant ajuda, provant les seves creacions, plantejant-se dubtes, celebrant els resultats... Un cop establert l'objectiu, en aquesta fase els participants s'embarquen en un procés de creació amb característiques específiques segons el tipus d'objectiu plantejat. Al llarg de les observacions, però, s'ha detectat que aquest avançament cap a l'objectiu pot no ser lineal, sinó que es va donant una combinació de diversos enfocaments (de l'enginyeria, científic, artístic...), donant-se un replantejament dels objectius per part dels nens i de les nenes.

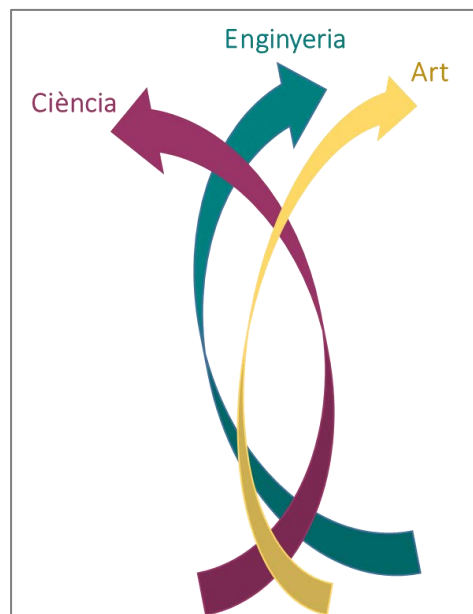


Figura 23. Les diferents pràctiques s'entrecruen al llarg d'una mateixa activitat al Creativity

En els exemples que segueixen s'evidencia com els diferents enfocaments (enginyeria, ciència i art) es van entrecruant:


Exemple 1. Públic Familiar. Tub de vent. Nena d'uns 9 anys, acompanyada d'un nen una mica més gran i, puntualment, de la seva mare i una amiga de la mateixa.



- 1- Exploració: exploren tot el material. Tria alguns materials i comença a treballar ("porexpan" i plomes).
- 2- Ho prova: No li vola → afegeix més plomes.
- 3- Observa el seu igual, que ha aconseguit que voli amb un model tipus "paracaigudes".
- 4- Segueix buscant material i replica el que ha fet el seu igual. → li funciona
- 5- En aquest moment ve la seva mare i li explica tot el que ha fet i que finalment li ha volat. Crec que la mare li pregunta com és que ha volat i ella diu "no ho se".
- 6- Comença a fer proves per veure perquè li funciona. Ho deixa i comença a desmuntar (diu que és perquè han dit que els muntatges s'havien de desmuntar)
- 7- Comença un nou muntatge amb material totalment diferent.
- 8- Una amiga de la mare li diu: "això és molt xulo! Com volarà?" La nena respon "no ho sé!"
- 9- La mare li diu "Què vols fer, una balsa que voli?". Nena: "no, no vull fer una balsa que voli"
- 10- La nena li diu a la mare "Mama, això no! Això pesa massa!"
- 11- Prova la seva balsa i no li vola.
- 12- La mare li diu "Saps què passa? Que hi ha poca superfície (al coll del got). Nena: "Ah! Vale, vale!"
- 13- Torna a treballar amb el got. Afegeix una làmina de plàstic a la boca del got. No se li aguanta. Afegeix pals. La nena ho fa tot sola. Només demana ajuda tècnica a la seva mare (tallar celo, ...).
- 14- Torna a provar. No funciona.
- 15- Veu un material que ha agafat la seva mare (goma eva) i pensa que pot funcionar.
- 16- Ho prova. No va
- 17- Ho sospesa amb la mà (sospesa la balsa, després el got). "El got pesa massa".
- 18- A partir d'aquest moment comença a provar molts materials sense massa sentit

Com es pot observar en l'exemple, al principi la nena es planteja un objectiu de caire funcional: fer una nau que voli. Quan ho ha aconseguit, una adulta acompanyant li demana l'explicació de perquè ha funcionat. Com que la nena no sap donar aquesta explicació, comença a investigar, fent proves amb configuracions diferents (control de variables). En un moment donat, se centra de nou en que l'objecte voli com ella vol i no tant en comparar les variables. Finalment, torna a comparar dues construccions molt similars per entendre la diferència de funcionament entre les dues.

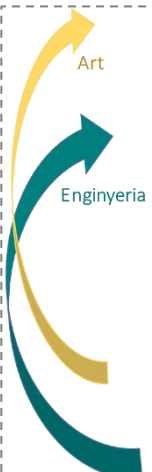
Exemple 2: Públic Escolar. Tub de vent. Grup de nenes de 8-9 anys.



- 1- Exploració: exploren tot el material. Escull alguns materials i comencen a treballar.
- 2- Es focalitzen en **crear alguna cosa artística**
- 3- Van comparant les seves creacions i van afegint elements (estan d'esquena als tubs de vent)
- 4- Quan ja porten molta estona treballant, arriba el mestre i els diu **“Què, ja heu comprovat si vola?”**
- 5- Totes ho proven. Una de les nenes és de les poques que aconseguen que voli, però es frustra perquè la seva nau sura i ella voldria que sortís fora del tub (queda sospesa a la meitat) **“Jo! No surt!”**
- 6- Comença a observar al seu voltant. Veu una nena a la que el monitor ha fet un muntatge amb un got i una bossa de plàstic, i que surt disparat.
- 7- **Lliga una bossa de plàstic a la seva nau.** Com que la ha lligat tan fort, no entra aire a la bossa, per la qual cosa la seva nau segueix sense sortir disparada.
- 8- **Passa una bona estona intentant que surti** (la va posant al tub) però no ho aconseguen.

En aquest exemple, les nenes comencen les seves creacions alienes als tubs de vent i centrant-se més en el component estètic, és a dir, amb un objectiu artístic. Quan el seu mestre els pregunta si han aconseguit que volin, una d'elles comença un procés de creació funcional per tal d'aconseguir un objecte que voli.

Exemple 3: Públic Escolar. Espai Engranatges. Grup de nenes de 4t.



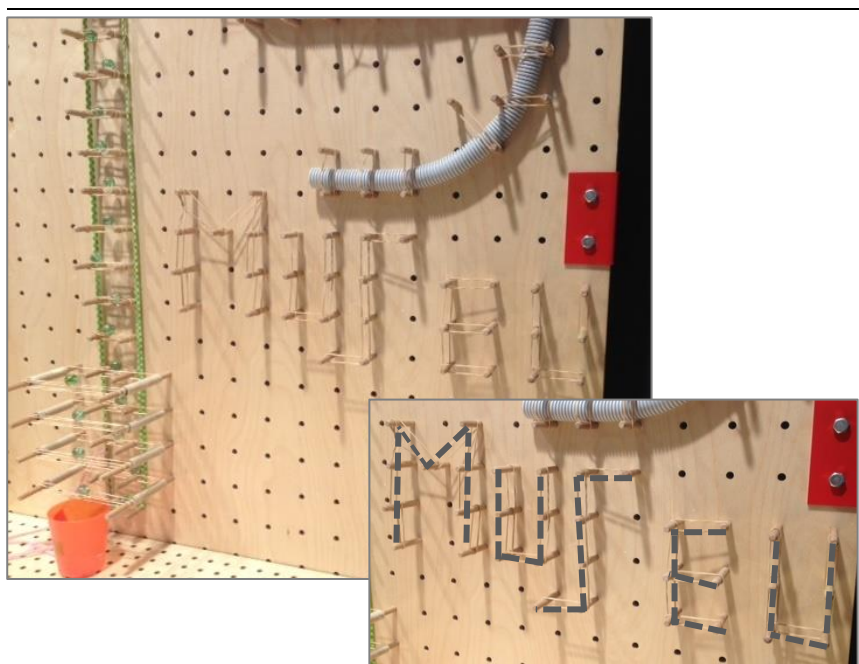


Figura 24. Creació artística "Museu de les bales". Es pot llegir com, amb les gomets, les participants van escriure la paraula "Museu".

En aquest tercer exemple, les nenes van començar fent un circuit funcional del tipus circuit de bales. En un moment donat, se'ls va quedar una bala mal col·locada. Els va agradar tant com quedava estèticament, que van replicar la posició de la bala diverses vegades, acabant construint una creació artística que van anomenar com a “Museu de les bales” (Figura 24).

A mode de resum, la Figura 25 presenta les característiques destacades per a cadascuna de les fases identificades per a una activitat Creativity. Les línies en horitzontal indiquen l'evolució dins de cada fase, aplicable a la primera i a la segona fase, mentre que la línia vertical marca l'evolució entre fases.

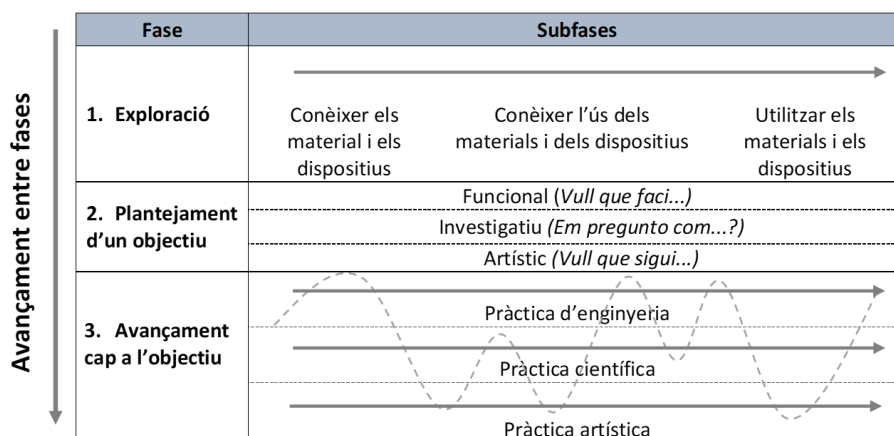


Figura 25. Resum de les característiques de les fases d'una activitat Creativity segons l'anàlisi de les dades exploratòries

5.3.2 Relació entre les característiques de l'espai i la proposta metodològica del Creativity amb el desenvolupament de les fases de l'activitat tinkering

Malgrat que les fases d'exploració, plantejament de l'objectiu i avançament cap a l'objectiu es van poder observar en la majoria de sessions explorades, el cert és que, en funció de com estigui l'espai o de quina forma es presenti i promogui l'activitat (es a dir, de quins materials s'hi troben, quins dispositius es poden utilitzar, quins exemples físics hi ha, què es diu a la introducció,...), aquestes fases de l'activitat poden donar-se d'una o d'una altra manera. En aquest sentit, s'ha evidenciat una influència de les característiques de cada espai del Creativity identificades en l'Estudi 1.1 així com de la proposta metodològica (Estudi 1.2) en com es desenvolupa cadascuna de les fases descrites per a caracteritzar una activitat tinkering..

5.3.2.1 Influència de les característiques de l'espai i de la proposta metodològica del Creativity en les diverses fases

Fase d'exploració

La tipologia de materials i dispositius presents a cada espai, influeix en com es desenvolupa aquesta primera fase de l'activitat, ja que en alguns casos cal més temps per a conèixer els materials que en d'altres. Per tant, i donat que com hem vist abans existeixen diferències entre els espais quant a la familiaritat amb els materials (veure Taula 27 a Taula 32), aquesta fase evoluciona de forma diversa en cadascuna de les propostes del Creativity. Quan el material i/o dispositiu és poc conegut, com en l'espai d'electricitat, s'ha de dedicar més temps a explorar el mateix i a concebre possibles usos. En canvi, quan és molt conegut i amb unes connotacions clares, com passa amb els tubs de vent, els participants de seguida es posen a construir quelcom (Taula 49).

Taula 49. Subfases per les que generalment s'inicia la fase d'exploració en funció de les característiques dels materials i dispositius de cada espai.

| | Vent | Mecànica | Llum | Electricitat |
|--|------|----------|------|--------------|
| Familiaritat Materials/ Dispositius | +++ | +/- | +/- | --- |
| Fase exploració | | | | |

Malgrat que en termes generals els participants passen per la fase d'exploració abans d'avançar en les seves construccions, el cert és que en alguns dels espais (principalment, en el d'electricitat, en el que el desconeixement dels materials és més elevat) aquest temps d'exploració pot ser clau per garantir que l'activitat es desenvolupa correctament. A banda, si en un espai hi ha exemples ja construïts és comú que els participants dediquin temps d'exploració a jugar amb els muntatges ja existents, limitant així l'exploració real de tots els materials i dispositius disponibles. Quan això succeeix, els participants acostumen a utilitzar els materials ja fets servir en els exemples disponibles, reduint-se la fase d'exploració. Aquestes circumstàncies acostumen a donar-se en la zona de mecànica i la de vent.

Plantejament d'un objectiu

El grau d'explicitació de les tasques fa que el plantejament d'un objectiu sigui més o menys difícil. Quan les tasques resulten explícites (bé perquè es menciona a la introducció el que es pot fer o bé perquè, per exemple, hi ha muntatges previs ja fets), els participants no es plantegen un nou repte sinó que acostumen a reproduir el que ja hi ha. Sovint, un cop assolit el repte que s'han plantejat, canvien d'activitat. En canvi, quan les tasques són menys explícites, els nens i les nenes dediquen més temps a l'exploració, triguen més en plantejar-se l'objectiu i acostumen a tornar cada vegada més complex el seu propi repte.

Taula 50. Influència de l'explicitació de les tasques en la fase de plantejament d'objectiu per part dels participants.

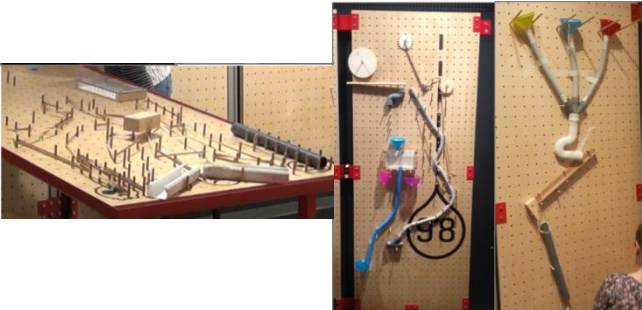
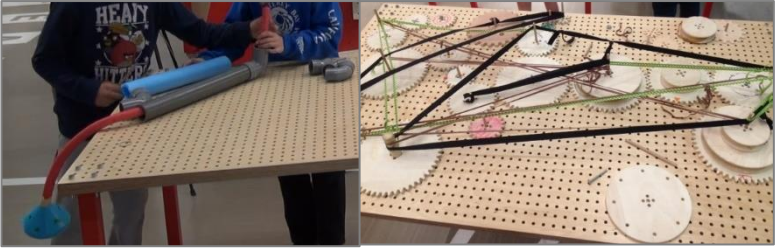
| Tasca | Explícita | Implícita | No definida |
|-----------------------------------|--|-----------|---|
| Fase plantejament objectiu | <ul style="list-style-type: none"> Es redueix la fase d'exploració No es plantegen un repte propi de disseny (juguen, testegen,...) Quan assoleixen objectiu, canvien d'activitat | | <ul style="list-style-type: none"> Es dedica més temps a l'exploració Més difícil de començar/plantejar objectiu Cada vegada van tornant més complex el seu propi objectiu |





A més, a tipologia de material existent en cada espai influeix en el tipus d'objectiu que es plantegen els i les participants en els espais. En aquest sentit, en les zones de mecànica, vent i electricitat, els objectius més comuns tenen a veure amb objectius funcionals o investigatius. En canvi, a la zona de llum, se solen plantejar objectius artístics, donant-se, en el cas de les ombres, alguns casos d'objectius científics (Taula 51).






Avançament cap a l'objectiu


Fruit del tipus d'objectiu plantejat, els resultats preliminars suggeriren que l'avançament que es dona en cadascuna de les zones i espais té més a veure amb un tipus o un altre de pràctica. Així, les fases d'avançament potencialment relacionades amb les pràctiques de l'enginyeria i científica es donen principalment en les zones de mecànica, vent i electricitat, mentre que la pràctica artística predominaria a la zona de llum (Taula 51).

Taula 51. Resum del tipus d'objectius que se solen plantejar en cada espai i de les pràctiques relacionades amb els mateixos.

| Espai | Objectiu | | Pràctica potencial |
|-----------------|------------------|---|--------------------|
| Bales i pinball | Funcional | <p>L'objectiu principal que es plantegen els nens i les nenes en aquest espai és la creació d'un circuit que faci rodar les bales i/o pilotes d'una forma específica. Les variants poden ser: combinant panells verticals amb inclinats, fer-ho en format joc (que la bola caigui en un lloc determinat del panell inclinat...).</p>  | Enginyeria |
| Engranatges | Funcional | <p>L'objectiu principal que es plantegen nens i nenes és, com en el cas de l'espai de bales i pinball, la creació de circuits. Sovint, acaba sent una continuïtat de l'espai de bales, però de vegades (les menys) també es fa una cadena d'engranatges per a moure quelcom.</p>  | Enginyeria |

| | | | |
|--------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|
| <p>Engranatges (Cont.)</p> | <p>Artístic</p> | <p>A diferència de l'altre espai de la zona de mecànica, en l'espai d'engranatges és més comú trobar construccions que no tenen un objectiu funcional sinó més aviat artístic (en la foto de la dreta, per exemple, una nena diu: "mirad qué cara!").</p>  | <p>Artística</p> |
| <p>Vent</p> | <p>Funcional</p> | <p>L'objectiu principal que es plantegen nens i nenes en la zona de vent és la creació d'objectes que volin. Moltes vegades aquests es fan emulant objectes reals (des de globus aerostàtics a avions, passant per aus) mentre que d'altres no tenen cap figura concreta.</p>  | <p>Enginyeria</p> |
| | <p>Investigatiu</p> | <p>Estretament lligat amb l'objectiu anterior, és comú veure als i a les participants fer proves per comparar diverses creacions o canviant alguns elements de les seves creacions per cercar diferències.</p> <p>En aquest sentit, se solen sentir frases com: "Con esto pesa demasiado" o jugant amb les superfícies dels objectes creats.</p> <p>En aquest exemple, un nen està comparant dues creacions pràcticament idèntiques, una amb més superfície que l'altra a la part d'a dalt.</p>  | <p>Científica</p> |
| | <p>Artístic</p> | <p>A banda dels altres objectius esmentats, l'espai de vent també es caracteritza per les creacions de caire més artístic que fan els i les participants. Moltes de les vegades, aquestes creacions es fan sense la intenció de fer-los volar.</p>  | <p>Artística</p> |

| | | | |
|--------------|----------------------------|---|--------------------------|
| Electricitat | <p>Funcional</p> | <p>En l'espai d'electricitat són comuns dos tipus d'objectius principals: la creació de vehicles aprofitant l'ús de les rodes que hi ha com a materials en aquesta zona o la combinació de diversos elements (hèlixs, bombetes, brunzidors...) amb l'objectiu de fer cadenes d'elements que funcionin a la vegada.</p>  | <p>Enginyeria</p> |
| | <p>Investigatiu</p> | <p>En l'espai d'electricitat també podem trobar que els nens i les nenes es plantegen objectius relacionats amb la comprensió de fenòmens, en concret, òbviament, pel que fa a la naturalesa de l'electricitat.</p> <p>En aquest exemple, un nen ha connectat un interruptor al seu circuit. Malgrat que obre i tanca l'interruptor, el circuit li segueix funcionant igual: "Aa!...em serveix de les dues maneres!... Va, experimentemos!"</p>  | <p>Científica</p> |
| Ombres | <p>Artístic</p> | <p>L'espai d'ombres es caracteritza per les creacions artístiques fetes pels nens i per les nenes. Sovint com a combinació de colors i utilitzant els personatges disponibles és comú que en aquest espai s'hi creïn escenes com postes de sol, paisatges...</p> <p>En aquest exemple, dos grups de nenes fan paisatges en cadascuna de les pantalles de l'espai d'ombres : "Mira, fem com una platja (...) Fem aquí a dalt groc i aquí a baix blau..."</p>   <p>"Per què no fem un paisatge amb burros,...?"</p> | <p>Artística</p> |
| | <p>Investigatiu</p> | <p>En alguns casos, la minoria, els nens i les nenes també utilitzen l'espai d'ombres per experimentar amb la llum. Podem trobar, per exemple, com experimenten amb les diversos "filtres" de color per a obtenir un tercer color.</p> <p>En aquest exemple, una nena va provant de barrejar filtres de color: col·loca el groc darrera i el blau davant, comprova què passa si canvia l'ordre, ho prova posant el blau amb el vermell...</p>  | <p>Científica</p> |

| | | | |
|-------------------|------------------------|--|-------------------------|
| <p>Stopmotion</p> | <p>Artístic</p> | <p>En el cas de l'<i>stopmotion</i>, els i les participants se solen plantejar objectius de caire artístic. La pròpia naturalesa de l'espai ja té un caràcter narratiu i les connotacions dels materials que s'hi poden trobar conviden també a la narració: ninos d'animals o persones, lletres,...</p>  <p>En aquest exemple de l'<i>stopmotion</i>, un grup de nens comencen una història aprofitant els cotxes, els ninos en forma de persona i un guant que fan servir com a monstre:</p> <p>“Posem-hi un títol... la granja! No,... la Ciutat! (...) Fem que envaeix... i aleshores el cotxe apareix per aquí...”</p> | <p>Artística</p> |
|-------------------|------------------------|--|-------------------------|

5.3.2.2 Desenvolupament de l'activitat en cada espai del Creativity

Partint de l'esquema de fases per a una activitat tinkering al Creativity (Figura 25) i aplicant-lo a cadascun dels espais del Creativity, podem veure les principals diferències entre cadascun d'ells donades les seves característiques (veure Estudi 1.1) (Figura 26-Figura 31):

| Espai Bales i Pinball | |
|--------------------------------|---|
| Fase | Subfases |
| 1. Exploració | Conèixer l'ús dels materials i dels dispositius |
| | Utilitzar els materials i els dispositius |
| 2. Plantejament d'un objectiu | Funcional (<i>Vull que faci...</i>) |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica d'enginyeria |

Figura 26. Caracterització de l'activitat a l'espai de bales i pinball

| Engranatges | |
|--------------------------------|---|
| Fase | Subfases |
| 1. Exploració | Conèixer l'ús dels materials i dels dispositius |
| | Utilitzar els materials i els dispositius |
| 2. Plantejament d'un objectiu | Funcional (<i>Vull que faci...</i>) |
| | Artístic (<i>Vull que sigui...</i>) |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica d'enginyeria |
| | Pràctica artística |

Figura 27. Caracterització de l'activitat a l'espai d'engranatges

| Vent | |
|--------------------------------|---|
| Fase | Subfases |
| 1. Exploració | Utilitzar els materials i els dispositius |
| 2. Plantejament d'un objectiu | Funcional (<i>Vull que faci...</i>) |
| | Investigatiu (<i>Em pregunto com...?</i>) |
| | Artístic (<i>Vull que sigui...</i>) |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica d'enginyeria |
| | Pràctica científica |
| | Pràctica artística |

Figura 28. Caracterització de l'activitat a l'espai de vent

| Electricitat | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| Fase | Subfases | | |
| 1. Exploració | → | | |
| | Conèixer els material i els dispositius | Conèixer l'ús dels materials i dels dispositius | Utilitzar els materials i els dispositius |
| | Funcional (<i>Vull que faci...</i>) | | |
| 2. Plantejament d'un objectiu | Investigatiu (<i>Em pregunto com...?</i>) | | |
| | → | | |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica d'enginyeria | | |
| | Pràctica científica | | |

Figura 29. Caracterització de l'activitat a l'espai d'electricitat

| Ombres | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| Fase | Subfases | | |
| 1. Exploració | → | | |
| | Conèixer els material i els dispositius | Conèixer l'ús dels materials i dels dispositius | Utilitzar els materials i els dispositius |
| | Investigatiu (<i>Em pregunto com...?</i>) | | |
| 2. Plantejament d'un objectiu | Artístic (<i>Vull que sigui...</i>) | | |
| | → | | |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica científica | | |
| | Pràctica artística | | |

Figura 30. Caracterització de l'activitat a l'espai d'ombres

| Stopmotion | | | |
|--------------------------------|---|---|---|
| Fase | Subfases | | |
| 1. Exploració | → | | |
| | Conèixer els material i els dispositius | Conèixer l'ús dels materials i dels dispositius | Utilitzar els materials i els dispositius |
| | Artístic (<i>Vull que sigui...</i>) | | |
| 2. Plantejament d'un objectiu | → | | |
| 3. Avançament cap a l'objectiu | Pràctica artística | | |

Figura 31. Caracterització de l'activitat a l'espai de stopmotion

5.3.3 Aprofundiment en les fases d'una activitat tinkering: patrons i motius que provoquen el canvi inter i intrafases

Buscant aprofundir en la caracterització de l'activitat que es dona en un espai i proposta tinkering com la del Creativity, en l'Estudi 1.3 es recullen també els resultats referents a l'anàlisi dels 12 casos seleccionats (Taula 18). Aquesta anàlisi buscava identificar patrons quant a la seqüenciació de les fases proposades, identificades i explorades, així com conèixer els motius (agents i mecanismes) que promouen tant l'avançament entre fases, és a dir, el pas d'una fase a una altra, com l'evolució dins d'una mateixa fase. Com a resultat d'aquesta anàlisi s'ha obtingut, d'una banda, una proposta de caracterització de les activitats al Creativity. Aquesta caracterització permet, no només descriure amb més detall com es desenvolupen cadascuna de les tres fases de l'activitat tinkering identificades, sinó també els motius que expliquen tant els avançaments entre fases com dins d'una mateixa fase. En segon terme, l'aplicació d'aquesta caracterització ha ajudat a representar de forma gràfica el desenvolupament de l'activitat per als 12 casos analitzats. Finalment, aquesta representació gràfica ha facilitat la identificació de certs patrons que ajuden a entendre el tipus d'activitat tinkering en el que s'involucren els nens i les nenes al llarg d'una sessió en un espai i amb una proposta metodològica que la promou com la del Creativity.

5.3.3.1 Caracterització de l'activitat que es desenvolupa al Creativity

Més enllà de la identificació de les tres fases, l'Estudi 1.3 buscava també copsar amb major profunditat la complexitat de l'activitat que es dona Creativity. L'anàlisi dels 12 casos seleccionats va portar a establir unes dimensions i categories que, com veurem més endavant, han resultat útils per a representar de forma gràfica l'activitat que es desenvolupa en un espai i proposta tinkering com el Creativity. En un primer terme, la primera dimensió considerada van ser evidentment les tres fases identificades. Més enllà d'això, també es va considerar necessari especificar les característiques concretes d'aquestes fases segons els resultats obtinguts en la primera part d'aquest Estudi 1.3 (etapes de la fase d'exploració, tipus d'objectiu,...). Alhora, també es va veure necessari identificar els motius que provocaven l'avançament dins d'aquestes fases i entre fases. En aquest sentit, es va revelar necessari identificar tant els agents del canvi (persones) com els mecanismes que provocaven aquest canvi (utilitzats per aquests agents). En darrer terme, la presència de moments de frustració junt amb moments de celebració per part dels nens i de les nenes va portar a considerar rellevant contemplar el resultat de l'activitat, entès aquest com el posicionament dels nens i de les nenes enfront als seus resultats així com el tipus d'involucració (continuada o no) per part dels mateixos. En la Taula 52 es resumeix aquesta informació i s'ofereix la llegenda per a interpretar els gràfics que es presentaran a continuació:

Taula 52. Identificació de la informació recollida en els gràfics que representen els resultats de l'anàlisi dels 12 casos dins l'Estudi 1.3

| Dimensió | Categories | Subcategories | |
|--|---------------------------------|--|--|
| 1. Fases de l'activitat | 1.1 Exploració | 1.1.1 Conèixer els materials/dispositius | |
| | | 1.1.2 Conèixer us dels materials/dispositius | |
| | | 1.1.3 Utilitzar materials/dispositius | |
| | 1.2 Plantejament de l'objectiu | 1.2.1 O. Funcional | |
| | | 1.2.2 O. Investigatiu | |
| | | 1.2.3 O. Artístic | |
| | 1.3 Avançament cap a l'objectiu | 1.3.1 Pràctica de l'enginyeria | |
| | | 1.3.2 Pràctica científica | |
| | | 1.3.3 Pràctica artística | |
| 2. Agents de canvi | 2.1 Participant | | |
| | 2.2 Iguals | | |
| | 2.3 Mestres/acompanyants | | |
| | 2.4 Facilitadors | | |
| 3. Mecanismes de canvi | 3.1 Provar feedback immediat | <i>Feedback</i> | |
| | 3.2 Anàlisi teòrica | <i>A. Teòrica</i> | |
| | 3.3 Mostrar exemples d'altres | <i>Exemples</i> | |
| | 3.4 Mostrar materials | <i>Materials</i> | |
| | 3.5 Plantejar repte | <i>Repte</i> | |
| 4. Implicació amb l'activitat | 4.1 Continuada | | |
| | 4.2 Intermitent | 4.2.1 Vol veure altres espais | |
| 5. Posicionament respecte al resultat de l'activitat | 5.1 Apoderament | 5.1.1 Expressa autoria | |
| | | 5.1.2 Vol mostrar | |
| | | 5.1.3 Ensenya a d'altres | |
| | 5.2 Frustració | 5.2.1 No sap com continuar | |
| | | 5.2.2 S'acaba el temps | |

5.3.3.2 Patrons identificats en una activitat tinkering

Els resultats de l'anàlisi en profunditat de les fases de l'activitat que es desenvolupa al Creativity s'han graficat per tal de permetre una millor interpretació dels mateixos (Figura 32 a, b, c, d, e). Seguint la proposta de caracterització presentada anteriorment, en aquests gràfics s'hi recull informació de diferent naturalesa. D'una banda, l'activitat portada a terme pels nens i les nenes s'ha situat en cadascuna les tres fases proposades per a una activitat tinkering: *exploració* a la part d'abaix, *avançament* a la part de dalt i, com a frontera entre aquestes dues, el plantejament de l'*objectiu*. Degut al seu caràcter generalment implícit, s'ha considerat el plantejament d'objectiu com a puntual mentre que la durada de l'activitat de les fases d'exploració i avançament s'ha representat amb la mida dels rectangles utilitzats. Alhora, s'ha identificat amb codi de colors si es tractava d'un objectiu funcional, investigatiu o artístic i, seguint el mateix codi de colors, la naturalesa de les pràctiques potencialment portades a terme en la fase d'avançament. A banda, s'han marcat també els instants en què els participants mostraven apoderament, mostrant les seves creacions, ensenyant a d'altres com fer certes coses i/o fent explícita la seva autoria, així com els instants en què s'ha detectat frustració. Adicionalment s'ha marcat si l'activitat dels participants havia estat continuada o discontinuada i, finalment, s'han identificat els agents de canvi -i els mecanismes utilitzats per aquests-, que provoquen alguns dels avenços entre fases (p.e.: passar d'explorar a plantejar-se un objectiu) o l'evolució dins d'una mateixa fase.

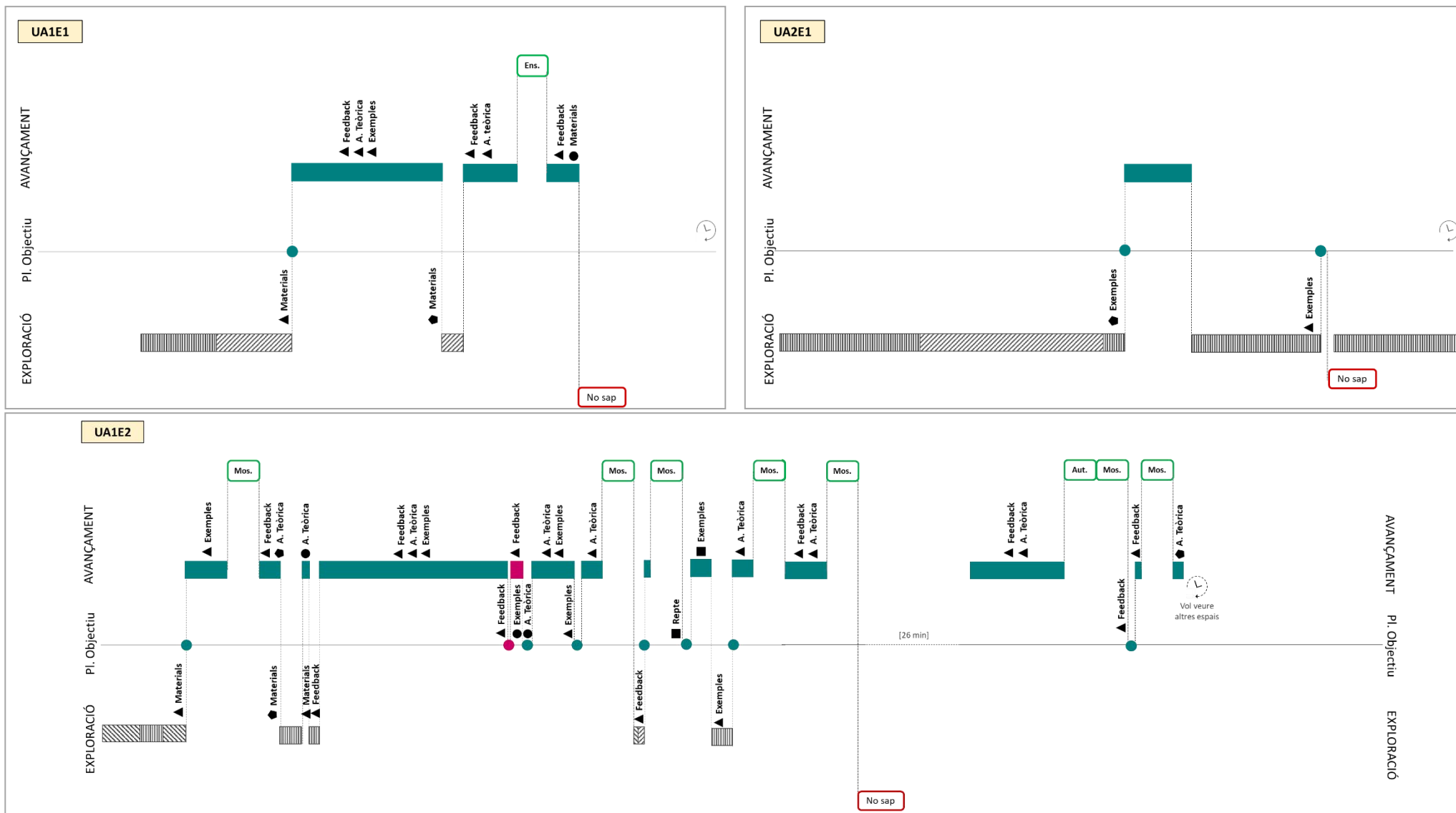


Figura 32a. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats.

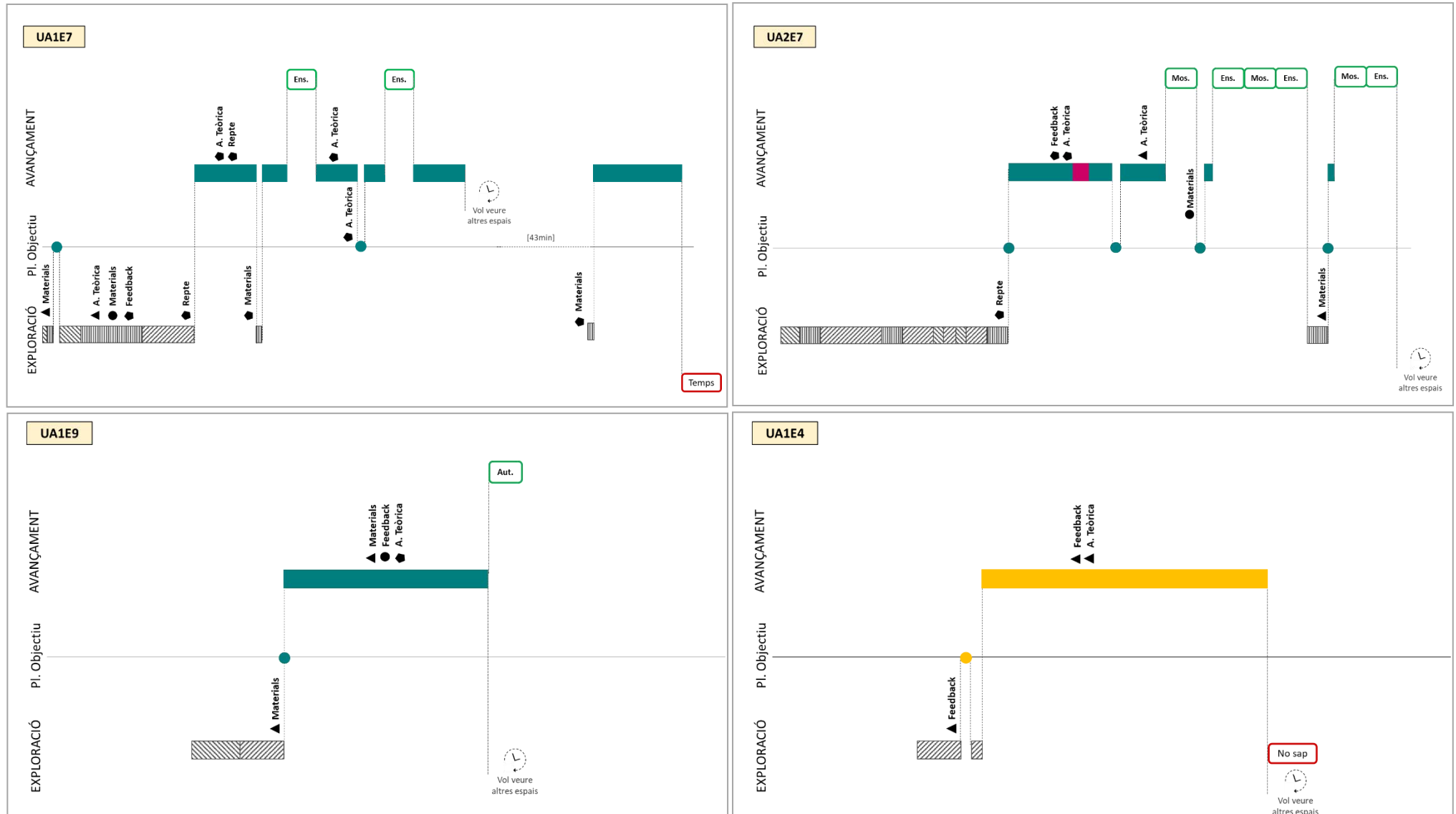


Figura 32b. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats.

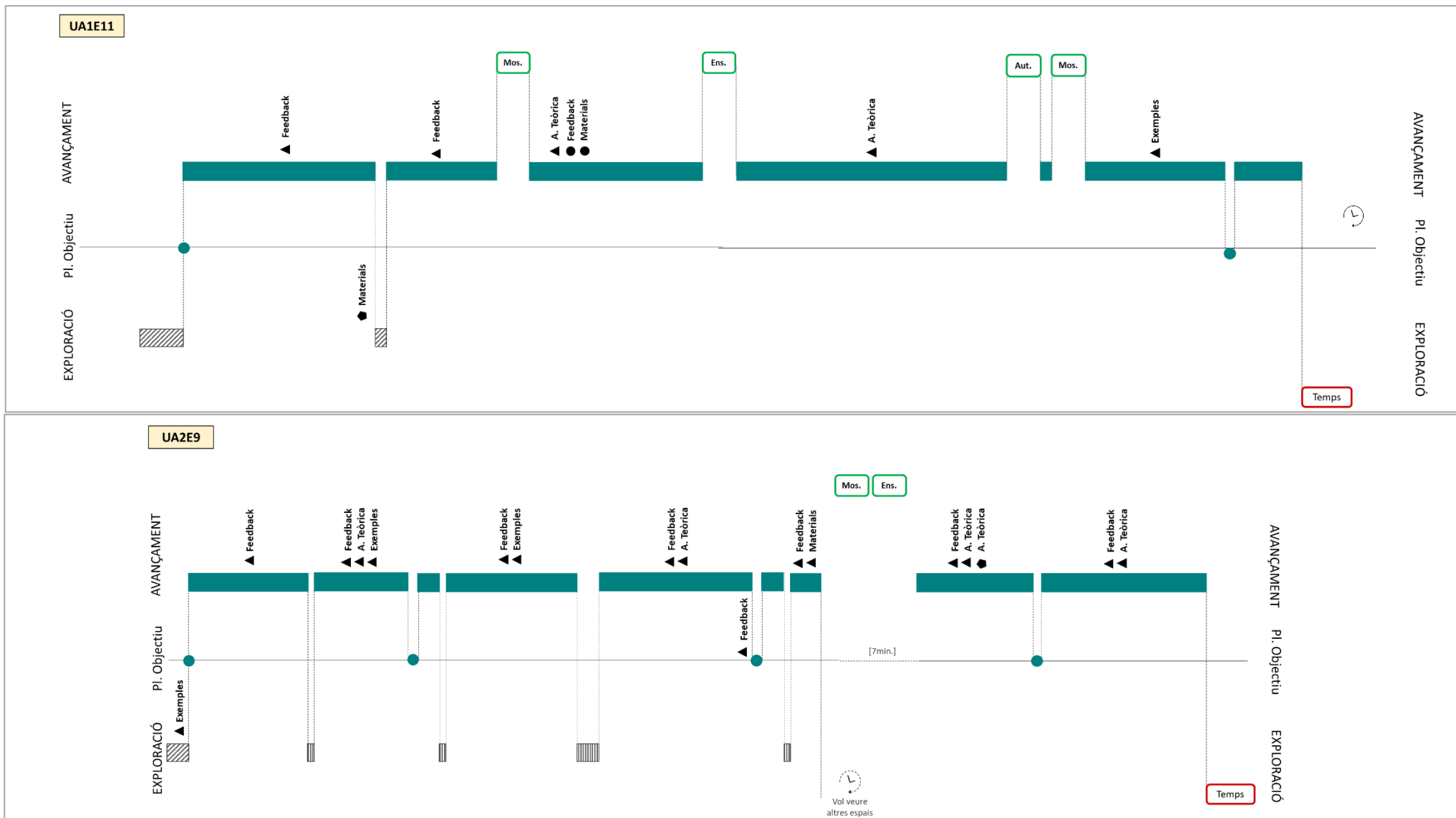


Figura 32c. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats.



Figura 32d. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats.

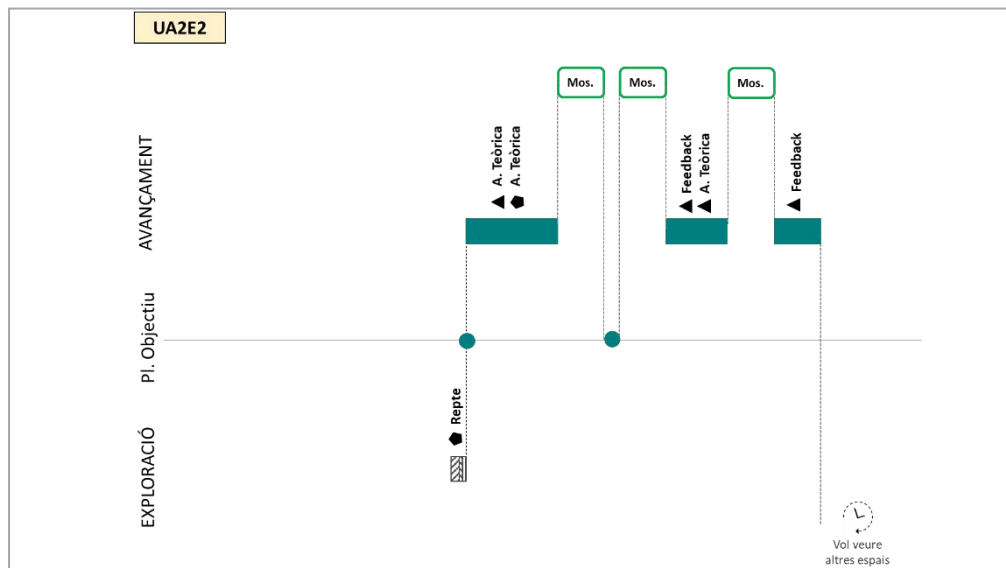


Figura 32e. Seqüenciació de les fases d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament i identificació dels agents de canvi per als 12 casos analitzats.

El primer que s'observa en aquests gràfics és la diversitat existent, tant en la seqüenciació de les fases, en la durada de les mateixes o en els agents de canvi i els mecanismes utilitzats per canviar de fase o avançar dins d'una mateixa fase. Alhora, en la majoria de casos s'identifica un caràcter cíclic de l'activitat, repetint-se alguna fase al llarg de l'activitat.

La Taula 53 recull la descripció dels gràfics anteriors, identificant per a cada cas les característiques que expliquen la seva activitat en relació a les fases que s'hi donen, la durada de les mateixes, la forma amb què es relacionen aquestes fases de l'activitat, el resultat de l'activitat i els mecanismes de canvi que hi intervenen.

Taula 53. Descripció de l'aprofundiment en les fases de l'activitat tinkering representat en els gràfics

| Cas | | Descripció de l'activitat |
|-------|---|---|
| UA1E1 | Nen que treballa sol al circuit de bales. Parteix d'un circuit ja fet i s'hi està poca estona. | Aquest cas, de curta durada, es caracteritza per presentar en un primer moment un cicle amb les tres fases identificades: exploració, plantejament d'objectiu (funcional) i avançament cap a l'objectiu. Aquest avançament es destaca per l'autonomia del nen, que a través de les proves que fa, de l'anàlisi que en fa i de la inspiració que troba en altres exemples. Es dona un segon cicle en què es passa de l'exploració dels materials a l'avançament, sense que es plantegi un canvi d'objectiu, on hi destaca l'apoderament per part del nen que ensenya a un company com fer el que ell mateix està fent. Finalment, l'activitat queda discontinuada degut a que el nen no sap com resoldre un problema que se li planteja en provar d'assolir l'objectiu. |
| UA2E1 | Nen que treballa sol al circuit de bales. No aconsegueix plantejar-se un objectiu concret. | En aquest segons cas, també de curta durada, trobem que de nou l'activitat comença amb un cicle d'exploració, plantejament d'objectiu (funcional) i avançament cap a l'objectiu. Destaca el fet que la fase d'exploració és en aquest cas molt més llarga que en la resta de casos, tant per a aquest primer cicle com en un segon cicle on només es dona exploració i plantejament de l'objectiu. D'altra banda, en el gràfic es pot veure també com el pas de la primera exploració al plantejament de l'objectiu ve donat per la intervenció del facilitador, que mostra un exemple al nen, mentre que el pas de la primera exploració al segon objectiu, també funcional, Com en el cas anterior, l'activitat no es dona de forma continuada i el nen abandona per no saber com continuar (malgrat que encara fa una mica més d'exploració del material). |
| UA1E2 | Nen que treballa en l'espai d'electricitat. Aconsegueix parcialment el que s'havia plantejat, tot i que no demostra haver entès certs conceptes clau. | El cas UA1E2 és especialment destacable. D'una banda, perquè trobem diversos cicles d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament. De l'altra, perquè en els objectius plantejats en trobem tant de funcionals com un d'investigatiu (color rosa). En aquest cas, les fases d'exploració no són gaire llargues, excepte en el primer cicle en què s'inicia amb una fase més llarga d'exploració. Posteriorment, es donen més fases d'exploració que serveixen per a que el nen segueixi avançant en el seu objectiu, però són molt més curtes. Destaca també el fet que, mentre en un primer moment el nen treballa de forma molt continuada en un mateix objectiu, després ho fa al voltant de diversos objectius que es va plantejant consecutivament. Entre els mecanismes que en provoquen aquest plantejament trobem tant la influència dels exemples fets per d'altres, com el resultat de les proves fetes i, com a únic cas, el plantejament d'un repte per part de la mestra acompanyant. Malgrat tenir una participació intermitent (hi ha un moment en què el nen abandona l'activitat perquè no sap com aconseguir que les rodes li girin com el vol) el nen es mostra apoderat mostrant constantment els seus avançaments a companys i adults i assenyalant la seva autoria, i reprenent l'activitat després d'una aturada. |

Taula 53 (Cont.)

| Cas | | Descripció de l'activitat |
|-------|--|--|
| UA1E7 | Nena que treballa a l'espai d'electricitat. Aconsegueix el que es planteja i proposa millores. | El quart cas analitzat comença amb un cicle "incomplert", passant d'una primera exploració molt curta al plantejament d'objectiu (funcional), però tornant a l'exploració enlloc d'avançar cap a aquest objectiu. Aquesta exploració és molt mediada (tant per companys com per facilitadors) i és precisament el plantejament d'un repte per part d'aquest facilitador el que permet avançar en l'objectiu. De fet, com es pot veure en el gràfic tota l'activitat està molt mediada pel facilitador, tant per avançar dins d'una fase com per a provocar canvis entre fases. En el cas també destaca el fet que la nena vagi treballant sobre els objectius que es planteja (hi ha un segon objectiu plantejat) buscant de millorar-lo. Malgrat que l'activitat es veu interrompuda perquè la nena vol veure altres espais, aquesta es reprèn treballant en l'avançament entorn al mateix objectiu. Finalment, destaca també el fet que la nena es mostra apoderada, ensenyant i explicant en dos moments als seus companys i companyes com fer una construcció similar a la seva. |
| UA2E7 | Nen que treballa a l'espai d'electricitat. Es planeja reptes poc ambiciosos però assoleix un elevat grau d'apoderament | En aquest cas, que presenta un primer cicle d'exploració (llarga), plantejament d'objectiu (funcional) i avançament cap a l'objectiu, destaca sens dubte el fet que en un dels avançaments, i malgrat treballar entorn a un objectiu funcional, el nen es veu immers en un diàleg de caire investigatiu amb la facilitadora (que té un paper molt protagonista en aquesta activitat) que sembla voler portar-lo a plantejar-se un objectiu investigatiu (com funciona un circuit elèctric). En el gràfic, però, no es representa cap objectiu investigatiu perquè el nen no s'acaba apropiant del mateix i torna a plantejar-se diversos objectius funcionals. Com en la segona part del cas UA1E2, l'activitat del nen es caracteritza per anar plantejant-se nous objectius i avançar, tot dedicant cada cop menys temps a aquesta fase d'avançament. Tal com passava amb els dos casos anteriors, el nen es mostra molt apoderant, compartint les seves creacions i ensenyant com fer-les als seus companys i companyes. |
| UA1E9 | Parella de nenes que treballen a l'espai de bales. Fa una creació curta però complerta, que les satisfà. | El cas UA1E9 és molt característic perquè presenta un únic cicle d'exploració, plantejament d'objectiu (funcional) i avançament. Malgrat la curta durada de la seva activitat (uns vint minuts), les nenes treballen força estona en l'avançament (inspirant-se en materials que veuen, responent al resultat de les proves i analitzant en base a les preguntes que els fa la facilitadora) i conclouen l'activitat mostrant-se molt orgulloses del que han arribat a fer. Finalment, un cop senten que ja han assolit el nivell d'objectiu que volien, abandonen per anar a veure altres espais. |

Taula 53 (Cont.)

| Cas | | Descripció de l'activitat |
|--------|--|---|
| UA1E4 | Parella de nenes que treballa a l'espai d'engranatges. Fan una creació de caire més estètic que funcional. | Amb una activitat molt similar al cas UA1E9, amb un cicle pràcticament bàsic d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament (tot i que es dona una segona fase d'exploració abans d'aquest avançament), el cas UA1E11 destaca pel fet de tractar-se d'una activitat centrada en la consecució d'un objectiu artístic. Treballant de forma autònoma, les nenes dediquen molt de temps a l'avançament, basant-se en els resultats de les proves que fan i analitzant els mateixos per tal de trobar solucions als problemes (principalment, la falta d'estabilitat de l'estructura que volen crear). Finalment, però, acaben abandonant perquè no aconsegueixen que l'estructura sigui tan estable com voldrien. |
| UA1E11 | Parella de nenes que treballa a l'espai d'engranatges però fent un circuit de bales. Mostren ritmes de treballa molt diferent. | El cas UA1E11 es caracteritza per una activitat molt continuada al llarg de tota la sessió. De fet, i com es pot observar en el gràfic, les nenes acaben l'activitat frustrades per no haver pogut arribar a poder treballar entorn al segon objectiu que s'havien plantejat (fer un circuit combinat entre els panells verticals i els horitzontals). Com es pot observar, l'activitat es caracteritza principalment per una fase d'avançament molt extensa en el temps, dedicada principalment a treballar entorn a l'objectiu funcional que es plantegen després d'una fase bastant curta d'exploració. Al llarg del procés, en què treballen de forma autònoma i en col·laboració amb d'altres companys, fent proves i analitzant-ne els resultats, les nenes es mostren molt apoderades, mostrant les seves creacions a d'altres, ensenyant com fer alguna cosa als companys i mostrant-se orgulloses del que han fet. |
| UA2E9 | Grup de tres nenes que treballa a l'espai de bales. Mostren formes d'abordar una mateixa tasca amb enfocaments diferents. | Pel que fa al cas UA2E9, es tracta d'un cas força similar al cas anterior, amb molt del temps de l'activitat dedicat a les fases d'avançament. Com es pot observar, es tracta d'un treball força autònom al llarg de les fases d'avançament, basat principalment en els resultats de les proves, però sense massa anàlisi teòrica. Després d'un primer cicle d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament, l'activitat presenta també curtes fases d'exploració que s'intercalen amb les d'avançament. Donat que les nenes dediquen tot el temps de la sessió a l'activitat (com es pot veure, acaben una mica frustrades per haver de deixar el que estan fent per falta de temps) i malgrat les llargues fases d'avançament, les nenes es plantegen més d'un objectiu al llarg de l'activitat, treballant molt de temps en l'avançament corresponent a cadascun d'ells. |

Taula 53 (Cont.)

| Cas | | Descripció de l'activitat |
|-------|--|---|
| UA1E8 | Nen que treballa al tub de vent. Es va apoderant i mostra seguretat en el disseny que ha triat. | El cas UA1E8 on predominen les fases d'avançament (amb una fase d'exploració molt curta) i on destaca també l'apoderament del nen, que ha tingut un treball força autònom, i que dedica molts moments a mostrar la seva creació als altres i a ensenyar a algun company com millorar la seva creació. |
| UA3E1 | Nen que treballa al circuit de bales. S'està tota la sessió amb la seva creació. | El cas UA3E1 presenta una activitat molt similar al cas UA1E11, amb predominança de la fase d'avançament entorn a l'objectiu marcat després d'un primer cicle d'exploració (curta) i plantejament d'objectiu. Amb un treball força autònom basat en el resultat de les proves, però també en la inspiració extreta al observar les creacions que han fet altres nens i nenes, el nen dedica gran part del temps de la sessió a assolir l'objectiu que s'ha marcat. Just quan està a punt d'acabar la sessió es planteja un altre objectiu (degut a que es queda sense espai en el panell on treballava) però no pot dedicar-li el temps que voldria perquè s'acaba la sessió. |
| UA2E2 | Parella de nenes que treballa a l'espai d'electricitat. Fan una activitat curta però exitosa. | Pel que fa al cas UA2E2, aquest es caracteritza per tractar-se d'una activitat força curta, que s'acaba quan les nenes volen veure altres espais i que es basa principalment en el plantejament d'objectius funcionals, fàcils d'abastar (s'hi dedica poc temps a l'avançament però amb sensació d'èxit, com es veu per com mostren els seus resultats). En l'activitat, les nenes treballen de forma força autònoma, tot i que veiem que quan hi intervé el facilitador i ajuda a analitzar el que s'està fent, la fase d'avançament s'allarga més en el temps. |

Malgrat aquesta varietat, l'anàlisi dels casos ens ha permès identificar tres patrons principals quant a la seqüenciació de les fases d'una activitat tinkering:

- **Bàsic:**

Tota l'activitat es resumeix en la seqüència cronològica de *Exploració-Plantejament d'objectiu -Avançament*, sense haver-hi plantejament de nous objectius ni sense aprofundir en cap de les fases.

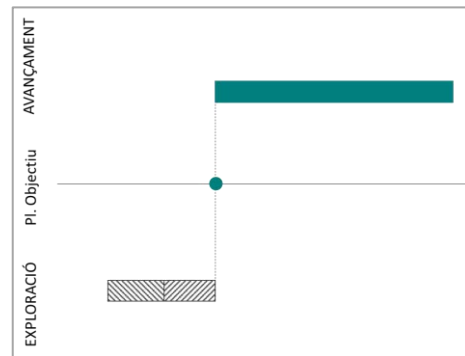


Figura 33. Exemple de seqüenciació Bàsica de les fases

- **D'evolució:**

En aquest model d'activitat, els participants van tornant més complexos els seus objectius o plantejant-se'n de nous a partir de les tasques fetes prèviament (p.e.: qüestionant-se el funcionament del que s'ha construït com a objectiu funcional, des d'una vessant més investigativa o afegint noves variables a la creació anterior).

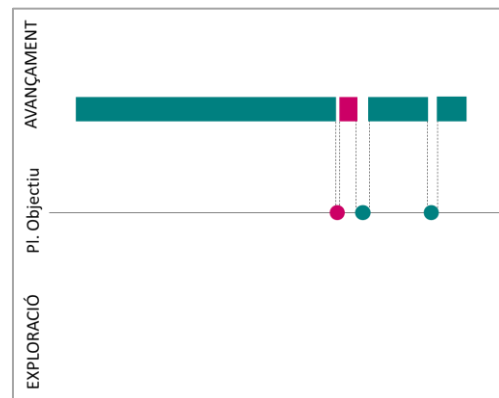


Figura 34. Exemple de seqüenciació "de sofisticació" de les fases

- **De perfeccionament:**

Les activitats que segueixen aquest patró se centren en la fase d'*Avançament*, buscant millorar o perfeccionar els resultats obtinguts. En alguns casos, aquest perfeccionament es recolza en una nova exploració dels materials i dispositius, donant-se un cicle *Avançament-Exploració*. En d'altres, aquest avançament es veu intercalat amb mostres d'apoderament, que mostren la satisfacció dels participants i de les participants pels resultats obtinguts.

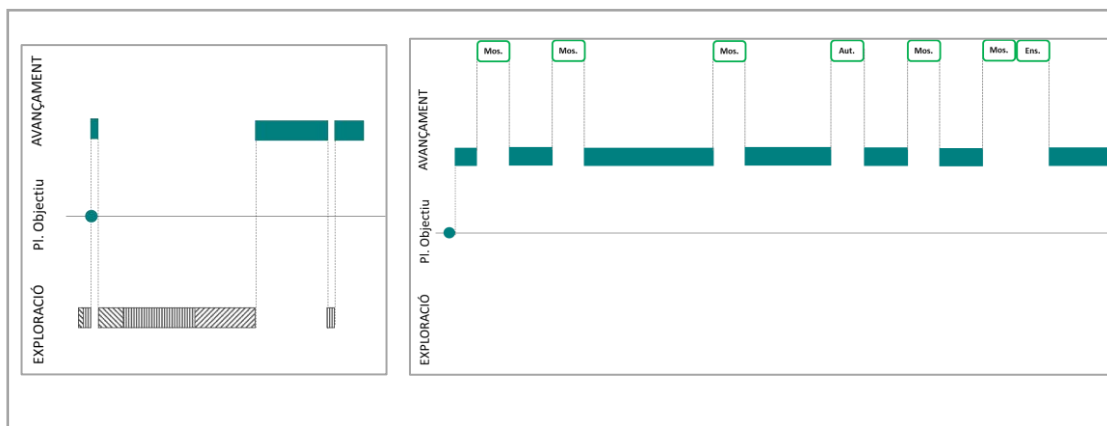


Figura 35. Exemples de seqüenciació "de perfeccionament" de les fases

Mentre que hi ha casos que segueixen només un d'aquests patrons, alguns presenten una combinació dels mateixos. La Taula 54 ofereix una classificació dels casos segons els patrons de seqüenciació trobats:

Taula 54. Classificació dels casos segons els patrons de seqüenciació identificats.

| Patró de seqüenciació | Casos |
|-----------------------|--|
| Bàsic | UA2E1, UA2E7 (2ª part), UA1E9, UA1E4, |
| D'evolució | UA1E2 (2ª part), UA2E7 (1ª part), UA2E2 |
| De perfeccionament | UA1E1, UA1E2 (1ª part), UA1E7, UA1E11, UA2E9, UA1E8, UA3E1 |

5.3.3.3 Motius principals de canvi en una activitat tinkering

Pel que fa als agents de canvi, i als mecanismes utilitzats pels mateixos per a provocar canvis entre fases o dins d'una mateixa fase, destaquen per sobre dels altres els propis *participants* seguits pels *facilitadors* i les *facilitadores* (Figura 36). Mentre que en el primer cas, el principal mecanisme és el resultat de les proves fetes (feedback), en el segon destaca la promoció d'una anàlisi més teòrica (Figura 37).

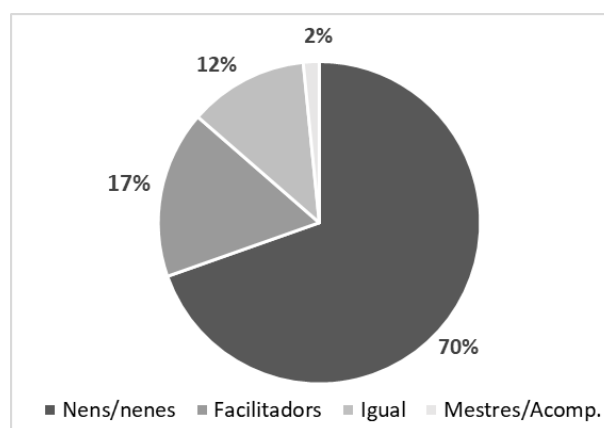


Figura 36. Agents de canvi identificats en l'anàlisi dels casos. Percentatge sobre el total d'agents de canvi identificats

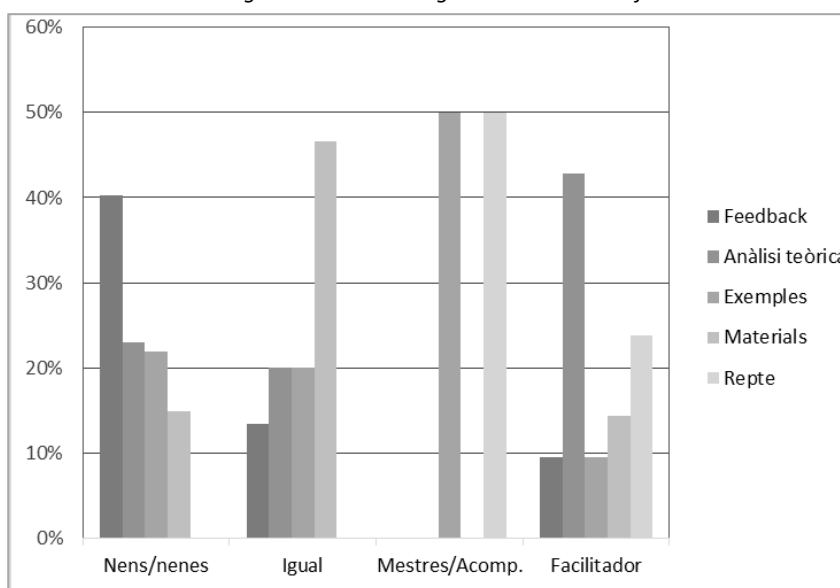


Figura 37. Mecanismes utilitzats pels diversos agents per a promoure el canvi intra i interfases.

Els i les participants, però, també presenten l'anàlisi teòrica com a mecanisme de canvi, sovint de manera més regular a mida que es va avançant en l'activitat (p.ex.: casos UA1E2 i UA2E9). Aquesta anàlisi teòrica, tant pel que fa a facilitadors i facilitadores com a participants, es dona principalment en la fase d'avançament, per a evolucionar dins de la mateixa. En canvi, altres mecanismes com el plantejament de reptes per part dels facilitadors i de les facilitadores es dona més com a agent de canvi per a passar d'una fase a una altra de l'activitat (p.ex.: casos UA1E7 i UA2E7) (Figura 38).

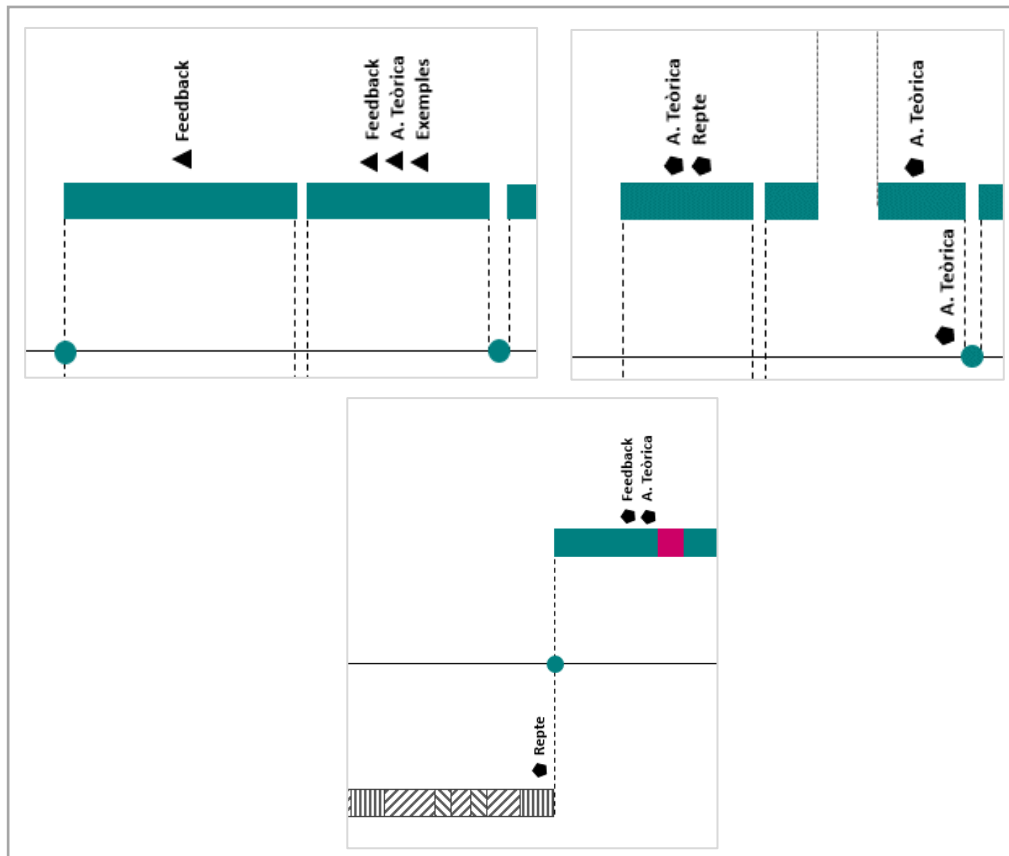


Figura 38. Detall dels principals agents i mecanismes identificats per al canvi de fase i en la fase d'avançament.

D'altra banda, els iguals també actuen com a agents de canvi en la majoria de casos (a excepció dels casos UA2E1, UA1E4, UA2E9 i UA2E2), principalment aportant nous materials als participants tant per provocar canvis entre fases com per a avançar dins d'una mateixa fase de l'activitat. Finalment, només en un dels casos (UA1E2), els adults acompanyants (mestres) intervenen de manera activa en aquest avançament o canvi, provocant tant canvis en les fases com avançament dins de les mateixes.

5.3.4 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.3

L'anàlisi de l'activitat que té lloc en un espai amb unes característiques específiques i basada en una proposta metodològica concreta té molta rellevància des d'una perspectiva socio-cultural i situada de l'aprenentatge (Couso, 2009; Grimalt, 2015). En aquest sentit, l'Estudi 1.3 ha permès aprofundir en aquesta mirada més holística per tal d'entendre el context educatiu en estudi. Així, els resultats d'aquest estudi confirmen que, malgrat el seu caràcter lliure i aparentment desestructurat, les activitats Tinkering presenten certs patrons que permeten descriure-les mitjançant les fases proposades en el nostre estudi (*exploració, plantejament d'objectiu i avançament*). L'estudi ha permès, no només validar aquesta proposta de fases en base a evidències, sinó també identificar-ne les característiques específiques de cadascuna d'elles. Aquesta caracterització ajuda a analitzar una sessió Tinkering (en un espai i proposta metodològica tinkering) d'una manera més estructurada, prenent en consideració la diversa naturalesa de les fases de l'activitat tinkering que es desenvolupa i avançant així què és el que es pot esperar en cadascuna d'elles. Aquesta proposta permet matisar altres resultats previs que, sota el nostre parer, mancaven de profunditat. Un exemple d'això el trobem en l'estudi de Van Schijndel i col·legues (2010), emmarcat en el museu Nemo d'Amsterdam, en el que es parla de manipulació activa i exploració sense oferir una diferenciació prou clara entre ambdues: mentre la primera es defineix com la manipulació activa i atenta d'un objecte per part d'un nen, la segona només afegeix el fet de repetir aquesta manipulació o de modificar-ne alguna variable. Com a resultat, aquesta proposta agrupava sota etiquetes diferents accions de naturalesa similar i, en canvi, no acabava de copsar el ventall d'accions que, en la nostra proposta, s'ubicarien de forma diferenciada en la fase d'exploració i en la fase d'avançament.

Així, per exemple, el fet d'identificar la fase de plantejament d'objectiu ha permès evidenciar que, malgrat la importància de la fase d'exploració, només si els participants s'involucren en l'activitat de forma focalitzada podran sorgir moments lligats als beneficis potencials de l'activitat tinkering més enllà del fet que es passi una estona entretinguda jugant. El fet que un nen o nena passi molt de temps en un espai no implica que s'estigui donant una interacció rica amb l'espai. Aquesta observació es important per dos motius: d'una banda ens informa d'un moment crític en l'activitat tinkering que cal tenir en compte tant per part dels facilitadors i de les facilitadores com pels adults acompanyants, tal com aprofundirem quan analitzem els models d'intervenció a l'Estudi 2. De l'altra, aquesta reflexió matisa part dels resultats de la investigació portada a terme a l'Exploratorium (Bevan et al., 2015), en què la participació s'assenyalava com una de les dimensions d'aprenentatge, destacant-se el "passar temps en les activitats tinkering" com un dels indicadors d'aquesta dimensió i podria explicar l'actualització feta pels mateixos autors en la seva revisió de 2017 (Bevan, Ryoo, Vanderwerff, Wilkinson, & Petrich, 2017). Finalment, i en referència a les fases, cal destacar que els resultats també evidencien que, de forma natural, en les activitats Tinkering no es dona un espai per a una reflexió que permeti als participants prendre consciència del que s'ha fet al llarg de la sessió. En el caràcter lliure i desestructurat d'una sessió tinkering sembla no tenir cabuda aquests moments de reflexió sobre l'activitat. En aquest sentit, la nostra proposta és que, per tal de maximitzar el potencial d'aquest tipus de propostes educatives, s'hauria de promoure l'existència d'una quarta fase (a afegir a les tres que hem identificat d'exploració, plantejament d'objectiu i avançament cap a l'objectiu) que impliqués la *reflexió* dels participants al llarg de l'activitat.

En segon terme, aquesta capacitat d'estructurar l'anàlisi de l'activitat tinkering a través de les fases proposades ajuda a comparar, per exemple, l'activitat que té lloc en espais o propostes

metodològiques amb un grau de “tinkerabilitat” divers segons les característiques recollides en els Estudis 1.1 i 1.2. En aquest sentit, els resultats obtinguts han permès evidenciar que el tipus de material i dispositius existents en un espai tinkering no són neutres i influeixen les diferents fases, en especial la fase d’exploració. Tal com s’ha pogut observar, quan els materials són desconeguts per als participants o de difícil utilització, la fase d’exploració s’allarga i guanya protagonisme en les activitats Tinkering. Els participants necessiten, primer de tot, conèixer quins són els materials que hi ha disponibles; en segon terme, entendre com es poden utilitzar; finalment, un cop conegut el seu ús, els participants dediquen força temps a imaginar com utilitzar-los abans de poder plantejar-se un objectiu entorn al qual treballar. Alhora, en aquells casos en què es decideix deixar exemples d’altres creacions anteriors, l’exploració es veu força influenciada per aquests exemples, limitant a vegades els materials i dispositius explorats donat que es redueixen als utilitzats en els exemples. Aquests resultats suggereixen que la fase d’exploració dista de ser anecdòtica i és molt important per a obrir les possibilitats de creació dels participants. Seguint la teoria de les parts lliure de Nicholson (1972), com més variat sigui el grau de variables amb les que jugar, més ampli serà el ventall de creacions possibles a realitzar. Precisament, és la fase d’exploració la que dóna idea als participants de les variables amb les què compta i, per tant, és necessari que en una activitat tinkering s’hi dediqui el temps que sigui oportú, encara que pugui semblar inicialment que no s’està fent res. La rellevància que els nostres resultats atorguen a aquesta fase confirmaria resultats d’altres autors com Dorie i col·legues (2014) que afirmen que aquells participants que no dediquen prou temps en familiaritzar-se amb els materials acaben més frustrats que els que si que ho fan.

Pel que fa a la fase de plantejament d’objectiu, els resultats han posat de manifest que no tots els espais, ja sigui pels tipus de materials o per les tasques implícites existents, promouen el mateix tipus d’objectiu. Mentre que alguns porten principalment a objectius de tipus funcional, lligats a les pràctiques de l’enginyeria i, (zones de mecànica, vent i electricitat) d’altres promouen en especial objectius de tipus artístic (zona de la llum). Els objectius de tipus científic poden donar-se també en algunes d’aquestes zones (principalment en la zona de vent, la de l’electricitat i l’espai d’ombres a la zona de llum), però no acostumen a ser els objectius principals que se solen plantejar. Aquests resultats són rellevants ja que, sovint, es considera que les activitats Maker, i el Tinkering dins d’elles, promouen les pràctiques STEM (o hi ha qui inclús parla de STEAM, incloent l’artística) *per se*. Com hem vist, però, no totes les propostes Tinkering semblen promoure potencialment totes les pràctiques al mateix temps per la qual cosa caldrà tenir molt present quins objectius es persegueixen i quines pràctiques es busca promoure a l’hora de dissenyar una activitat educativa tinkering. En l’espai d’ombres, per exemple, una menor presència de figures concretes (animals, arbres,...) i una major presència de materials de divers comportament enfront de la llum, així com missatges explícits que animin a investigar, podrien promoure l’elecció d’objectius més investigatius en comparació als objectius artístics que es donen ara. Els resultats, però, si que confirmen altres aspectes destacats per la literatura. D’una banda, el caràcter multidisciplinar de les activitats Tinkering. El fet que es donin enfocaments multidisciplinaris per a una mateixa creació, entrecruant-se les diverses pràctiques, confirmem el potencial de les activitats Making per abordar aquesta integració dels àmbits STEM-STEAM. A banda, el fet que hi pugui haver més d’un punt d’entrada a una activitat (des d’una vessant més artística o una vessant més científica o tècnica) fa que, potser sense una intenció inicial, s’acabi participant en pràctiques diverses confirmant-se la idea de “barrera baixa d’entrada” a les STEM (Vossoughi & Bevan, 2014) que apuntàvem al marc teòric.

Més enllà d’aquesta primera aproximació a una activitat tinkering i en relació a l’aprofundiment en les fases d’aquest tipus d’activitat, l’Estudi 1.3 ha portat a obtenir una proposta de

caracterització per a una activitat tinkering que permet, no només matisar les fases (quant de temps s'hi dedica, en quina etapa de l'exploració s'està, quin tipus d'objectiu s'ha plantejat,...) sinó entendre també els canvis que es van donant al llarg d'una activitat d'aquest tipus: com es passa d'una fase a una altra, com s'avança dins d'una mateixa fase... Així, l'Estudi 1.3 ha posat de manifest que no tots els nens dediquen el mateix temps a les mateixes fases en un mateix espai. Aquest resultat és destacable doncs dóna pistes sobre la rellevància d'identificar les necessitats dels nens i de les nenes en cada moment, deixant més temps per a l'exploració per exemple, en cas necessari. Alhora, els resultats obtinguts de l'anàlisi en profunditat dels casos seleccionats també mostren que, sovint, les fases de l'activitat tinkering es donen de manera cíclica, existint més d'un cicle al llarg d'una mateixa sessió al Creativity. Així, hem vist com és comú que els participants passin més d'una vegada per la fase d'exploració o que es plantegin més d'un objectiu (inclús de naturalesa diferent) per a un mateix espai. Aquests cicles, però, poden presentar, com hem vist, diversos patrons: el patró bàsic d'*exploració-plantejament objectiu-avançament* que podríem definir com la unitat bàsica per a una activitat tinkering; el patró d'*evolució* i el patró de *perfeccionament*. El que els patrons identificats semblen suggerir-nos és que quan l'objectiu marcat (ja sigui pels nens o pels facilitadors i per les facilitadores) és molt limitat, l'activitat pot quedar-se en el patró bàsic, amb una fase d'avançament molt senzilla. En canvi, si l'objectiu és ambigu, el nen o la nena es veu obligat a fer evolucionar el seu objectiu, donant lloc així a una activitat tinkering que hem anomenat d'evolució. Finalment, si l'objectiu suposa prou repte per als nens o les nenes, aquests poden seguir treballant en ell (millorant-lo, optimitzant-lo...) esdevenint així el patró de perfeccionament. Precisament, trobem especialment rellevant la discussió entorn al patró definit com de perfeccionament. Aquest patró podria suggerir-nos que, a mida que avança l'activitat, els participants es tornen més experts. Tal com apunten Dorie i col·legues (2014), els resultats de recerques anteriors indiquen que els experts en el disseny de l'enginyeria iteren més en el nombre de versions de la seva solució que aquells considerats novells. Per tant, aquest patró de perfeccionament apunta a un grau d'expertesa major en el cas dels participants que el presenten. Aquests resultats, però, contrasten amb d'altres recerques com la de Christensen i col·legues (2016), centrada en l'avaluació de l'alfabetització en disseny, en la que s'assegura que els processos de disseny de l'alumnat participant en activitats Maker resulten en solucions i acabats senzills, en contraposició amb el que s'esperaria d'una persona més alfabetitzada en disseny. Per a nosaltres, però, aquest guany d'expertesa de l'alumnat sembla clar, no només per aquest patró de perfeccionament que s'ha pogut evidenciar sinó també per d'altres resultats que discutirem en profunditat més endavant com el fet que els participants incloguin l'anàlisi teòrica del que estan fent de forma gradual a mida que avancen en una activitat.

Finalment els resultats de l'Estudi 1.3 també ens donen informació sobre els agents de canvi que promouen l'avançament dins de les fases i entre les mateixes. Mentre que es confirma una gran varietat entre els agents de canvi, destaca la diferència entre els mecanismes utilitzats per uns i altres per tal de promoure l'avançament entre fases o el pas d'una fase a una altra. Així, mentre que els participants es basen molt en la idea de prova-error per avançar al llarg de la seva activitat, els facilitadors i les facilitadores es recolzen més en la promoció d'una anàlisi teòrica per tal de permetre un avançament fructífer. Podríem dir, per tant, que els facilitadors i les facilitadores busquen anar una mica més enllà del simple "hands-on" que es dóna de forma natural en les propostes educatives Tinkering i promouen la reflexió entorn a aquesta prova-error, molt amb la idea de "hands-on/minds-on" que discutíem en el nostre marc teòric. Aquest enfocament més reflexiu, però, també s'evidencia en els propis participants a mida que es va avançant en l'activitat, resultat que confirmaria el que apuntàvem més amunt sobre el grau

d'expertesa que sembla que van adquirint els nens i les nenes a mida que van avançant en les seves creacions. D'altra banda, els resultats també mostren com el plantejament de reptes per part dels facilitadors i de les facilitadores resulta un catalitzador per promoure el pas d'una fase a una altra. Aquests resultats contrastarien amb la idea d'alguns autors sobre "la forma natural" amb què en una activitat tinkering els nens i les nenes passen de simplement estar actius a participar d'una forma més focalitzada (Bevan et al., 2015). Aquesta transició podria referir-se al pas entre l'exploració i el plantejament de l'objectiu que fem en la nostra recerca que, com hem vist en aquest mateix Estudi 1.3, és un aspecte clau en l'activitat tinkering dels nens i de les nenes. Si els nostres resultats semblen suggerir que el pas a aquesta fase no es dona sempre de forma espontània, caldrà tenir-ho en compte a l'hora de facilitar l'activitat per tal de garantir que els nens i les nenes passen per totes les fases previstes al llarg d'una activitat. En darrer terme, i encara en relació amb els agents i motius de canvi, els resultats de l'Estudi 1.3 posen de manifest que, mentre que els iguals tenen un paper força rellevant com a agents de canvis, els mestres acompanyants tenen més aviat un paper residual. Paradoxalment, les intervencions evidenciades semblen tenir un alt valor afegit doncs es basen en l'enfocament reflexiu per avançar dins de les fases comentat més amunt i també en el plantejament de reptes per a promoure l'avançament entre fases. En aquest sentit, els resultats semblarien apuntar a la necessitat d'una major involucració per part del professorat acompanyant per tal de millorar l'experiència dels participants.

5.4 Estudi 1.4. Anàlisi del potencial d'aprenentatge del Creativity com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat tinkering

Partint de la idea reflectida en la literatura sobre com, a través del Tinkering, es poden participar en algunes pràctiques de l'enginyeria i de les ciències, l'Estudi 1.4 ha permès identificar les pràctiques (de l'enginyeria o científiques) en les que participaven els nens i les nenes al llarg de les activitats.

5.4.1 Pràctiques en les que s'involucren els participants en una activitat tinkering

Aprofundint en les fases d'avançament, l'anàlisi realitzada per a l'Estudi 1.4 ha permès identificar quines són les pràctiques que es fomenten en una activitat tinkering amb les característiques d'espai i proposta metodològica del Creativity. La Figura 39 presenta les principals tasques portades a terme pels nens i les nenes al llarg durant la seva activitat al llarg d'una sessió al Creativity, mentre que la Taula 55 relaciona aquestes tasques amb les pràctiques amb les quals es poden vincular (veure 2.2.3.1 i 2.2.3.2).

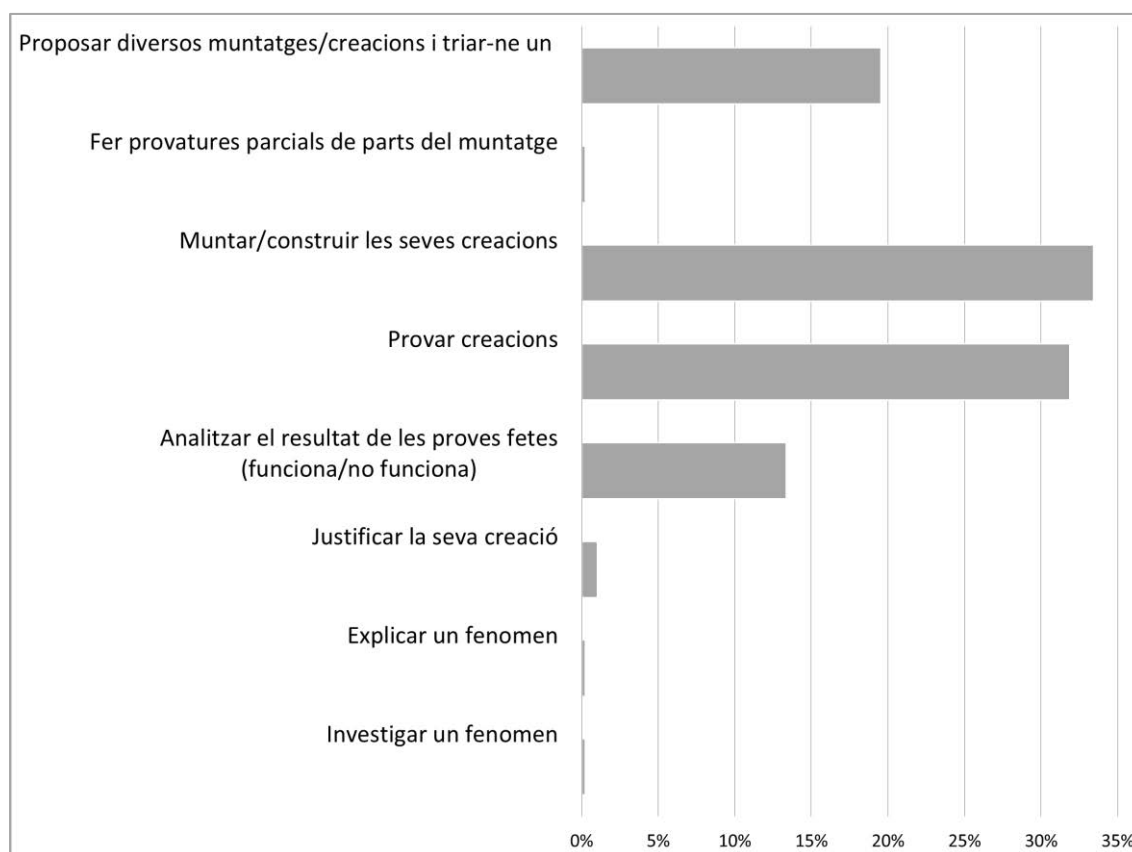


Figura 39. Tasques portades a terme per l'alumnat

Taula 55. Classificació de les tasques realitzades per l'alumnat segons la pràctica a la que corresponen

| Tasques alumnat al Creativity | Pràctiques de l'enginyeria i de les ciències a les que corresponen |
|--|---|
| Fer provatures parcials de parts del muntatge | Desenvolupament i ús de prototips i simulacions (Enginyeria) |
| Provar creacions | Planificació i realització de proves (Enginyeria) |
| Analitzar el resultat de les proves fetes (funciona/no funciona) | Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora (Enginyeria) |
| Proposar diversos muntatges/creacions i triar-ne un per portar a terme | Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica) (Enginyeria) |
| Muntar/construir les seves creacions | Materialització de la solució (Enginyeria) |
| Justificar la seva creació | Construcció d'arguments en base a proves (Enginyeria) |
| Explicar un fenomen | Desenvolupament i ús de models (Ciències) |
| Investigar un fenomen | Planificació i realització d'investigacions (Ciències) |

Seguint amb aquesta classificació de les tasques identificades en l'activitat tinkering de nens i nenes segons les pràctiques a les que fan referència, en la Figura 40 podem comprovar com la majoria de pràctiques evidenciades fan referència a pràctiques de l'enginyeria, essent poques les pràctiques científiques portades a terme pels nens i nenes.

D'entre les pràctiques de l'enginyeria, i seguint la proposta que plantejàvem en el marc teòric (veure 2.2.3.2), l'anàlisi realitzada evidencia que l'alumnat participa principalment en la pràctica de *materialització* de les seves creacions (selecció del material, construcció física de la solució,...) (33%) així com en la *planificació i realització de proves* (32%). Respecte a aquesta última cal matisar que, en la majoria de casos, i com s'ha vist en llistar les tasques portades a terme per l'alumnat, es tracta bàsicament de la realització de la investigació, sense una planificació sofisticada de la mateixa. Sovint, aquesta investigació consisteix en provar les creacions utilitzant els mecanismes ja previstos de feedback immediat (prémer el botó verd del tub de vent, llençar les bales,...). Només en algun cas molt específic s'evidencia un cert grau de planificació, focalitzant el testeig en provar només algunes de les variables en joc:

Cas UA3E1

El nen vol tornar a provar si funciona la seva creació, però va canviant la posició de la roda com per comprovar què passa si canvia certes condicions (és com un control de variables més focalitzat).

Cas UA2E9

"Ahora vamos a ver si toca la cuerda o no"

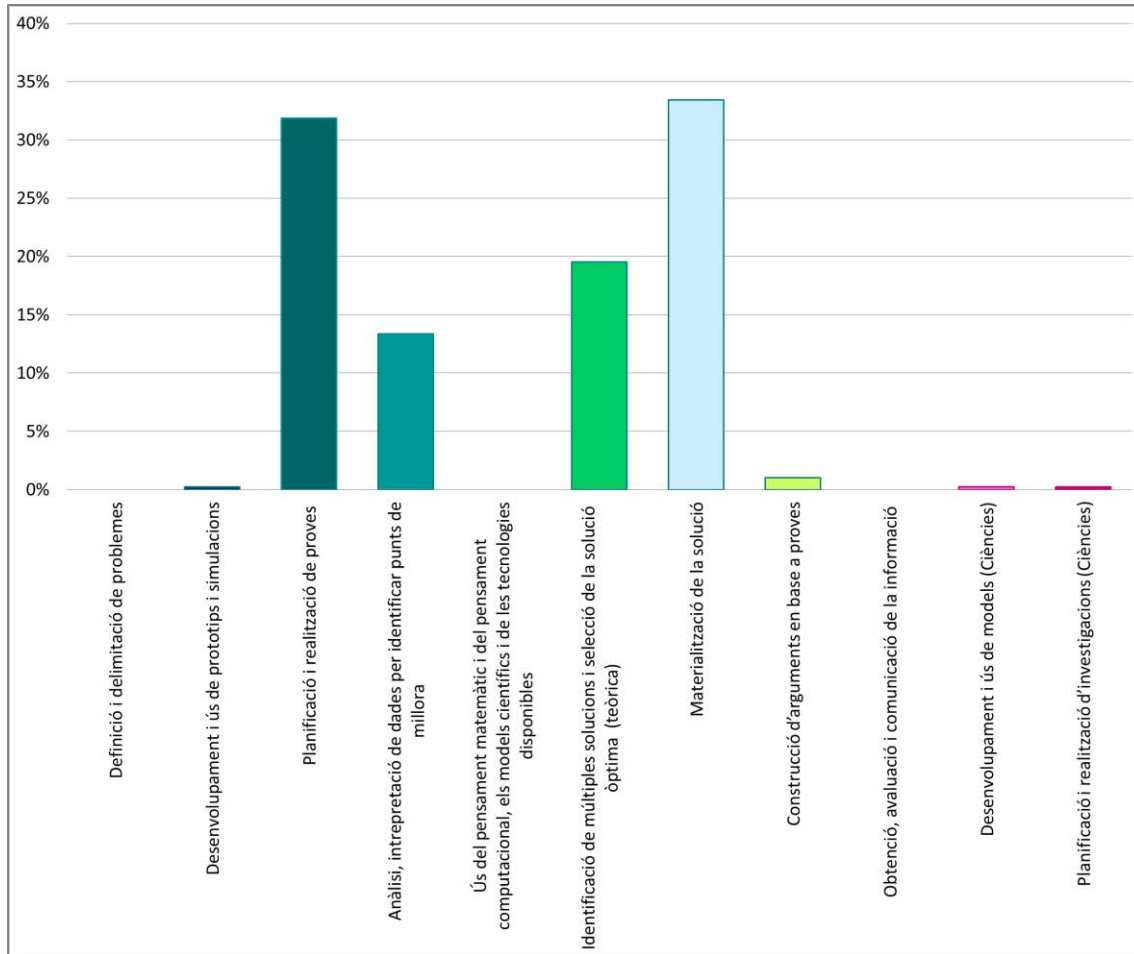


Figura 40. Pràctiques de l'enginyeria i científiques evidenciades en l'anàlisi dels casos estudiats. Percentatge sobre el total de pràctiques observades.

Pel que fa a la materialització de la solució val a dir que s'observa una certa diferència entre els i les participants. Mentre que alguns nens i algunes nenes fan una tria intencionada de materials per tal de fer real la creació, d'altres fan una tria més exploratòria. En el cas UA2E9, per exemple, de les tres nenes dues fan una tria més focalitzada dels materials, mentre l'altra sembla fer-ho de forma menys estudiada:

Cas UA2E9

Nena 1: "¿Para qué es esa cuerda? ¿Para hacer bonito?"

Nena 2: "No!"

Nena 1: "¿Para qué?"

Nena 2: "Ya lo verá..."

Nenes 1 y 3: "Tenemos que coger los tubos azules, que son más flojos"

Més enllà d'aquesta construcció i testeig de les creacions, l'altra pràctica que sembla fomentar-se en l'activitat educativa Creativity és la de *selecció d'una solució òptima* (20%). Aquesta pràctica inclou la identificació de diverses possibles solucions abans de seleccionar-ne una específica. En aquest sentit, és comú veure com els nens i les nenes participen en una mena de

brainstorming per tal de valorar les diferents opcions que se'ls ocorren o observen les solucions fetes per d'altres per agafar idees entre les solucions possibles:

Cas UA1E8

El nen està valorant com fer la seva creació i un company li ensenya que ha trobat un guant de plàstic. El nen s'ho mira i diu: *"Si no me funciona con esto (amb el que ha triat ell) provaré con esto (el guant)"*

Finalment, d'entre les pràctiques més comunes, s'identifica també la pràctica d'*anàlisi i interpretació de dades per identificar punts de millora* (13%). Aquesta anàlisi tant pot fer referència al resultat de les proves fetes com del propi muntatge abans de ser provat:

Cas UA2E2

Després de provar dos ossets connectats a una dinamo i veure que només un funciona el facilitador els diu *"Quina diferència hi ha entre aquest osset i aquest osset?"*. Tot i que primer no ho revisen, després de fer una segona prova, les nenes fan el que els ha dit el facilitador i observen i comparen els dos ossets.

Pel que fa a les pràctiques científiques, aquestes semblen tenir una presència residual i es redueixen bàsicament a la *planificació d'investigacions* i a la *construcció de models*:

Cas UA1E2 (planificació investigació ciències):

En veure que el circuit li funciona tant amb l'interruptor obert com tancat, el nen sembla voler entendre perquè li succeeix això: *"Aha!...em serveix de les dues maneres! "Va experimentemos... Vaig a veure què fa si..."*

Cas UA2E7 (construcció de models):

Guiat per la monitora, el nen s'imagina què succeeix entre la dinamo que ell està movent i els elements que hi té connectats, en especial l'interruptor de botó. Cal dir, però, que el nen no s'apropia gaire d'aquesta pràctica (és bàsicament guiada per la monitora) i l'abandona enseguida per continuar amb el que feia:

Monitora: "Què creus que fa aquest botó? (...) Quan li dones (a la dinamo) què creus que passa? Cap aquí (assenyalant els cables) què creus que passa?"

Nen: (resseguint el cable) Passa la corrent...

Monitora: (prement el botó) "I arriba aquí i..."

Nen: "Doncs que això va així..."

Monitora: "I què fa la corrent...?"

Fent la mateixa anàlisi cas per cas⁵ (Figura 41), veiem que la majoria de casos segueixen les tendències apuntades anteriorment. Més enllà dels aspectes comentats en termes generals, incloent els dos únics casos que presenten pràctiques científiques (UA1E2 i UA2E7), alguns dels

⁵ A excepció del cas UA1E4, que no s'ha analitzat per tractar-se d'un enfocament més artístic.

casos destaquen particularment. El cas UA2E1, per exemple, sembla centrar la seva activitat en el plantejament de múltiples solucions, sense acabar de materialitzar-les. En canvi, els casos UA1E11, UA2E9 i UA1E8 destaquen pel fet d'incloure la pràctica d'*argumentació*. En aquest sentit, destaca especialment el cas UA1E8. En aquest cas, el nen veu com la majoria de companys i companyes han basat les seves construccions en l'ús de plomes mentre que ell ha optat per fer un tipus paracaigudes. Després de fer diverses proves (també amb alguna construcció amb plomes) el nen argumenta perquè la seva solució és millor que la de les plomes:

"No vuela eh el del (nom del nen)... el del (nom del nen) no vuela nada. Lo que hace volar es esto (ensenya la seva creació, en concret el paper que fa de paracaigudes). Els altres nens insisteixen en què les plomes fan volar. Ell: "yo lo he probado ahí y (el de plomes) no volaba"

D'altra banda, el cas UA3E1 destaca també per l'ús de prototips. En aquest cas, el nen creu que utilitzar un tipus de rampa amb una posició concreta funcionarà per a poder fer la part final del seu circuit però, enlloc de col·locar-ho directament a continuació del circuit, ho prova de forma aïllada en un altre part de l'espai:

"Necesitamos mejorar esto". Se'n va al plafó del costat només amb el llistó "Ves, esto tiene que estar así, mira" Ho col·loca i fa alguna prova amb unes bales per veure si funciona com ell espera.

En la Figura 42 s'han agrupat i endreçat els casos segons el tipus de pràctiques predominants, dividint-se en aquells centrats en la materialització de les solucions, els focalitzats en selecció de solucions i els més relacionats amb la planificació de proves. Destaca el cas UA1E11, que resulta el més equilibrat quant a les pràctiques desenvolupades, doncs en presenta moltes (incloent la d'*argumentació*, com hem apuntat abans) i ho fa de forma força equitativa.

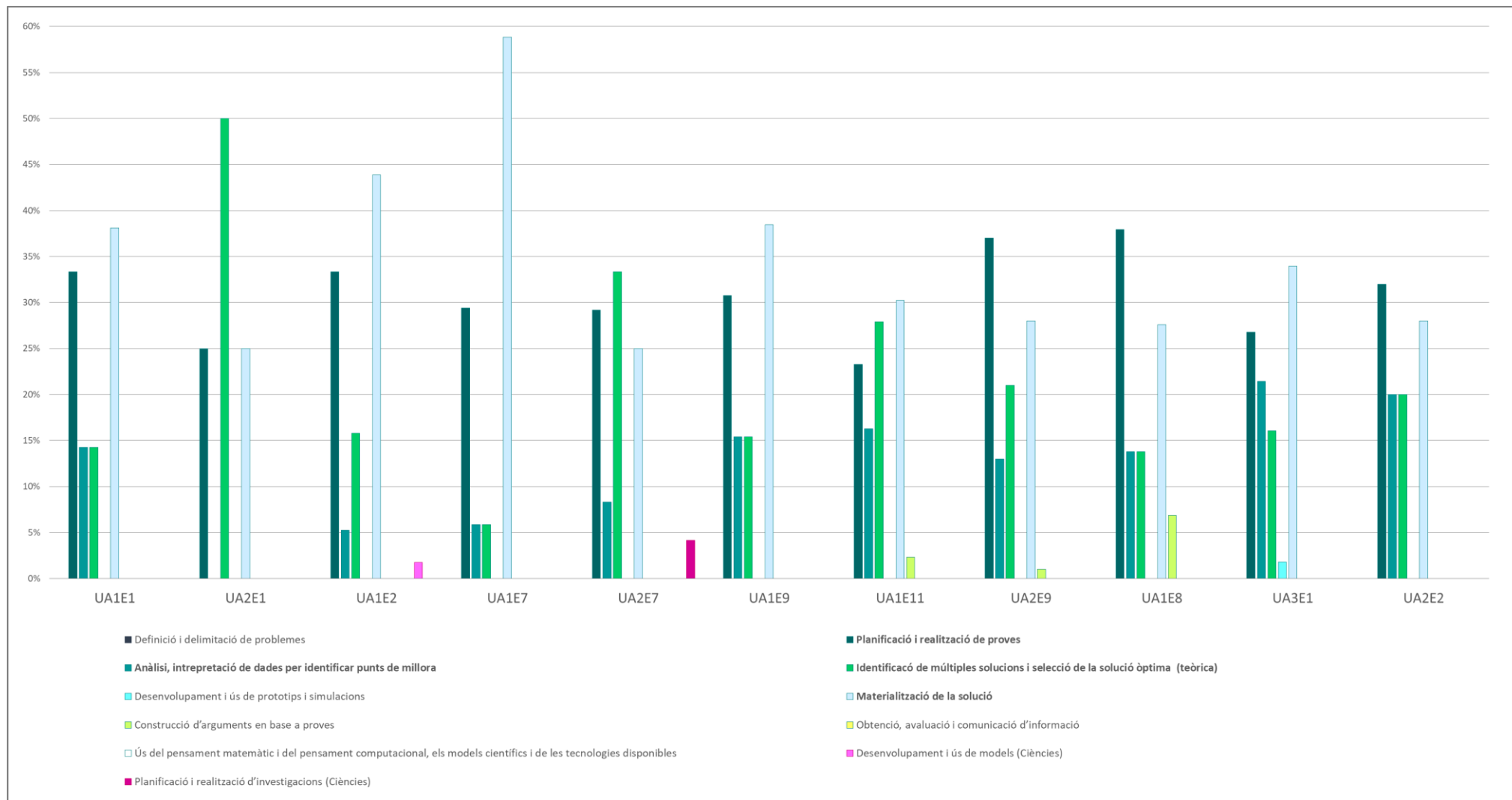


Figura 41. Pràctiques de l'enginyeria i científiques evidenciades en l'anàlisi dels casos estudiats. Percentatge sobre el total de pràctiques observades per a cada cas.

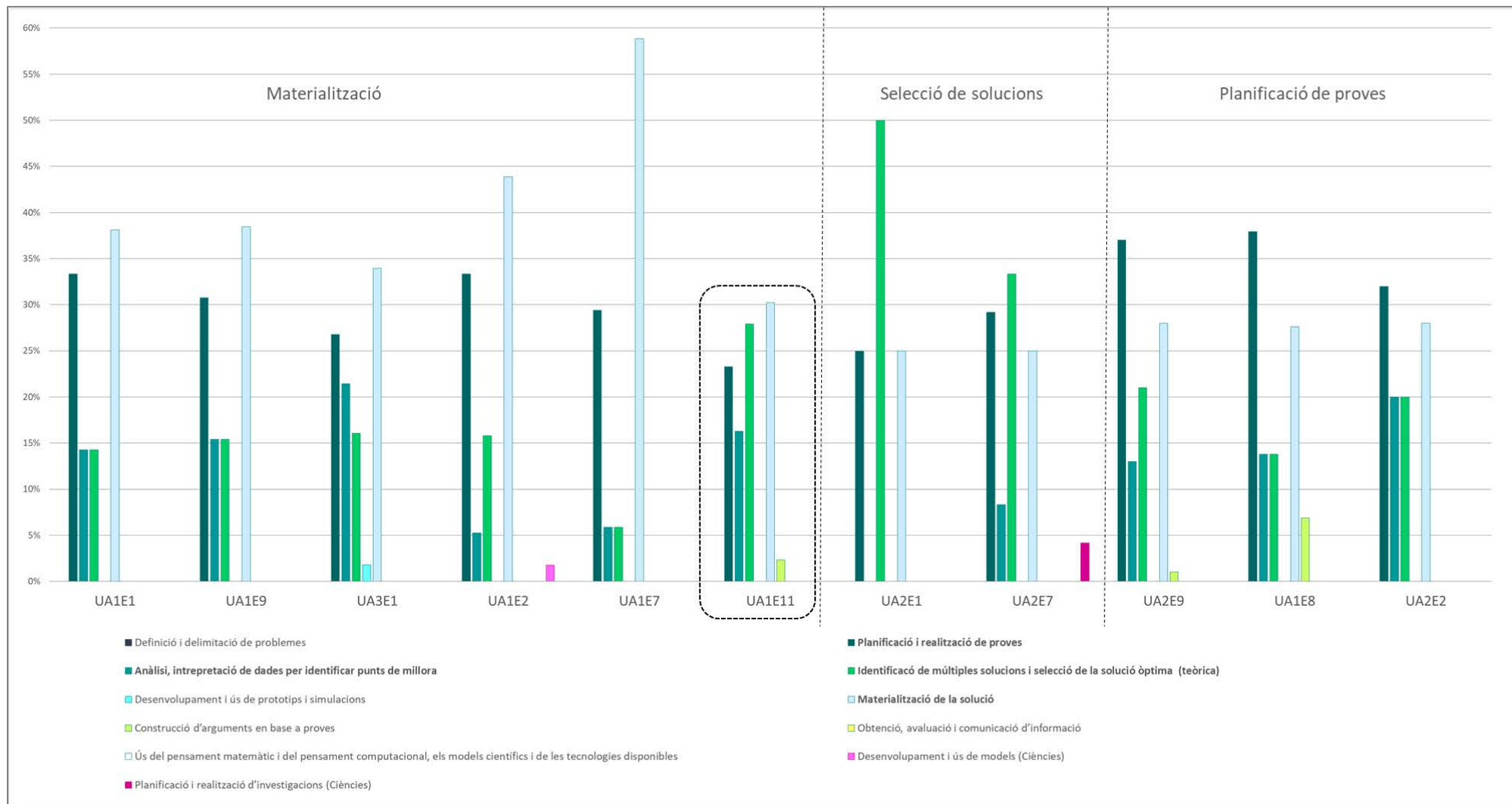


Figura 42. Agrupació dels casos segons les pràctiques de l'enginyeria i científiques predominants. Percentatge sobre el total de pràctiques observades per a cada cas.

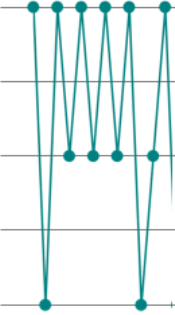

Més enllà d'estudiar quines són les pràctiques que es donen en una activitat tinkering al Creativity, trobem interessant poder veure també la seqüència amb què es presenten aquestes pràctiques (Figura 43a, b i c). Tot i que, com s'ha exposat en el Marc Teòric, no entenem les pràctiques com una seqüenciació de passos, veure la relació entre les pràctiques pot ajudar-nos a entendre com promoure més unes pràctiques o d'altres. Alhora, també ens dóna una idea del grau de complexitat i expertesa assolida per l'alumnat en el procés de disseny. Analitzant aquestes seqüenciacions podem observar alguns patrons. D'una banda, veiem moltes seqüenciacions del tipus *Planificació i realització d'investigacions-Materialització* que evidencien un acostament a l'activitat molt del tipus *Prova-Error*. En aquestes seqüenciacions, s'identifica d'una banda, una manca d'anàlisi i, de l'altra, la no existència d'una valoració de solucions diverses per a resoldre les mancances identificades en la prova. El cas UA1E2, principalment cap al final de la seva activitat (i coincidint amb el darrer objectiu plantejat pel nen), n'és un exemple (Taula 56).

Taula 56. Exemple de seqüenciació "Prova-Error"

| Patró seqüenciació: <i>Prova-Error</i> | Exemple |
|---|---|
| <p data-bbox="226 779 821 851">Planificació i realització de proves-Materialització</p> <div data-bbox="226 884 805 1456"> <p data-bbox="226 884 805 1456">Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles</p> <p data-bbox="226 952 805 996">Obtenció, avaluació i comunicació d'informació</p> <p data-bbox="226 1019 805 1041">Construcció d'arguments en base a proves</p> <p data-bbox="226 1086 805 1108">Materialització de la solució</p> <p data-bbox="226 1153 805 1198">Desenvolupament i ús de prototips i simulacions</p> <p data-bbox="226 1220 805 1265">Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica)</p> <p data-bbox="226 1288 805 1332">Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora</p> <p data-bbox="226 1355 805 1400">Planificació i realització de proves/Planificació i realització d'investigacions (CCs)</p> <p data-bbox="226 1422 805 1456">Definició i delimitació de problemes</p> </div> | <p data-bbox="821 779 1353 817">Cas UA1E2</p> <div data-bbox="837 851 1085 1321"> <p data-bbox="1101 884 1353 1097">- El nen prova el cotxe que ha fet (ha afegit dues rodes a les dues que ja tenia). No li funciona.</p> <p data-bbox="1101 1108 1353 1276">- Sense analitzar res, desconnecta alguns dels cables i els connecta a una altra banda.</p> </div> <p data-bbox="821 1388 1353 1456">Aquesta seqüència es repeteix diverses vegades</p> |

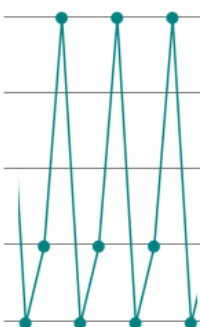


En canvi, d'altres casos es caracteritzen per una seqüenciació del tipus *Planificació i realització de proves-Selecció de la solució òptima-Materialització* o *Selecció de la solució òptima-Materialització*. Aquesta seqüenciació inclou la valoració d'alternatives al que s'està fent com a resposta o no als resultats d'una prova. Aquesta valoració, però, no es basa en una anàlisi de les proves o del muntatge sinó en, per exemple, la apropiació de solucions fetes per d'altres. Per tant, es tracta d'un patró de cerca de *Solució sense anàlisi*, que limita la capacitat de l'alumnat quant a l'argumentació sobre el grau d'optimització de la seva solució. El cas UA2E9, és un exemple d'aquesta seqüència de les pràctiques (Taula 57).

Taula 57. Exemple de seqüenciació "Solució sense anàlisi"

| Patró seqüenciació: <i>Solució sense anàlisi</i> | Exemple |
|---|--|
| <p><i>Planificació i realització de proves-Selecció de la solució òptima-Materialització o Selecció de la solució òptima-Materialització</i></p> <p>Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles _____</p> <p>Obtenció, avaluació i comunicació d'informació _____</p> <p>Construcció d'arguments en base a proves _____</p> <p>Materialització de la solució </p> <p>Desenvolupament i ús de prototips i simulacions _____</p> <p>Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica) _____</p> <p>Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora _____</p> <p>Planificació i realització de proves _____</p> <p>Definició i delimitació de problemes _____</p> | <p>Cas UA2E9</p>  <p>- Les nenes estan materialitzant la solució. Després de fer una prova i veure que no els funciona, afegeixen un tub però no saben com aguantar-lo.</p> <p>- La nena de la trena mira els altres muntatges i veu com es podria fer (en la imatge, assenyala el muntatge d'un altre grup)</p> |

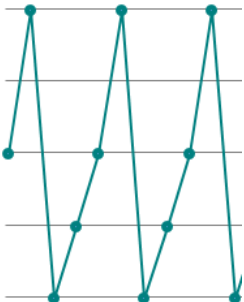




De forma similar trobem seqüències en les que la fase de prova es segueix d'una fase d'anàlisi, sense valorar-se, però, possibles solucions a les eventuais problemàtiques identificades (*Planificació i realització de proves-Anàlisi de les dades-Materialització*). En aquest tipus de seqüenciació, que hem anomenat *Avançament sense solució*, malgrat identificar-se errors en el muntatge, no es valora el trobar una solució al problema i es decideix avançar en altres parts de la creació. El cas UA3E1 n'és un exemple (Taula 58).

Taula 58. Exemple de seqüenciació "Avançament sense solució"

| Patró seqüenciació: Avançament sense solució | Exemple |
|---|---|
| <p><i>Planificació i realització de proves-Anàlisi de les dades-Materialització</i></p> <p>Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles _____</p> <p>Obtenció, avaluació i comunicació d'informació _____</p> <p>Construcció d'arguments en base a proves _____</p> <p>Materialització de la solució _____</p> <p>Desenvolupament i ús de prototips i simulacions _____</p> <p>Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica) _____</p> <p>Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora _____</p> <p>Planificació i realització de proves _____</p> <p>Definició i delimitació de problemes _____</p>  | <p>Cas UA3E1</p>  <p>- Després de fer una de les moltes proves, el nen analitza perquè el circuit no li funciona com esperava (la bala li va cada vegada cap a costats diferents) i identifica que el problema és que la roda que ha posat va canviant de costat de gir</p>  <p>- Acte seguit, però, segueix muntant una altra part del circuit i no busca solucionar el problema de la roda.</p> |

Finalment, trobem un quart patró, potser el més complet, en què s'integren les quatre pràctiques que conformen els anteriors: *Planificació i realització de proves-Anàlisi de les dades-Selecció de la solució òptima-Materialització*. En aquest patró d'*Optimització*, l'alumnat utilitza l'anàlisi per valorar diverses solucions i poder-ne seleccionar la que millor respon a les seves necessitats. En la Taula 45 es resumeix un exemple, el cas UA1E11, d'aquest patró d'optimització.

Taula 59. Exemple de seqüenciació "Optimització"

| Patró seqüenciació: Optimització | Exemple |
|---|--|
| <p><i>Planificació i realització de proves- Anàlisi de les dades-Selecció de la solució òptima-Materialització</i></p> <p>Ús del pensament matemàtic i del pensament computacional, els models científics i de les tecnologies disponibles _____</p> <p>Obtenció, avaluació i comunicació d'informació _____</p> <p>Construcció d'arguments en base a proves _____</p> <p>Materialització de la solució</p> <p>Desenvolupament i ús de prototips i simulacions</p> <p>Identificació de múltiples solucions i selecció de la solució òptima (teòrica)</p> <p>Anàlisi, interpretació de dades per identificar punts de millora</p> <p>Planificació i realització de proves</p> <p>Definició i delimitació de problemes _____</p>  | <p>Cas UA1E11</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Tot just començar, les nenes proven la part de circuit que han fet. - S'adonen que han triat és massa prim per a les bales - Valoren diverses opcions alternatives - N'acaben triant una i la implementen.    |

A banda de la identificació d'aquest patrons concrets, en termes generals destaca el fet que uns patrons solen precedir a d'altres. Per exemple, en molts casos, els nens i les nenes comencen amb cicles més de prova-materialització, per passar a cicles que inclouen la selecció de solucions d'alternatives o l'anàlisi o inclús altres pràctiques més freqüents com l'argumentació. Un exemple paradigmàtic d'aquest fenomen el trobem en el cas UA2E2. En aquest cas, el nen comença connectant i desconnectant cables sense massa sentit (malgrat que existeix una pràctica d'anàlisi al principi, aquesta és promoguda bàsicament pel facilitador). En canvi, a mida que va avançant, abans de desconnectar els cables i tornar-los a connectar analitza el muntatge i, fins i tot, torna a fer una anàlisi abans de provar el nou muntatge. En canviar d'objectiu, però, el nen torna a seguir els patrons més de prova-error. De la mateixa forma, en el cas UA1E8 veiem que no és després d'alguns cicles incloent l'anàlisi del que s'està fent que el nen participa en la pràctica d'argumentació.

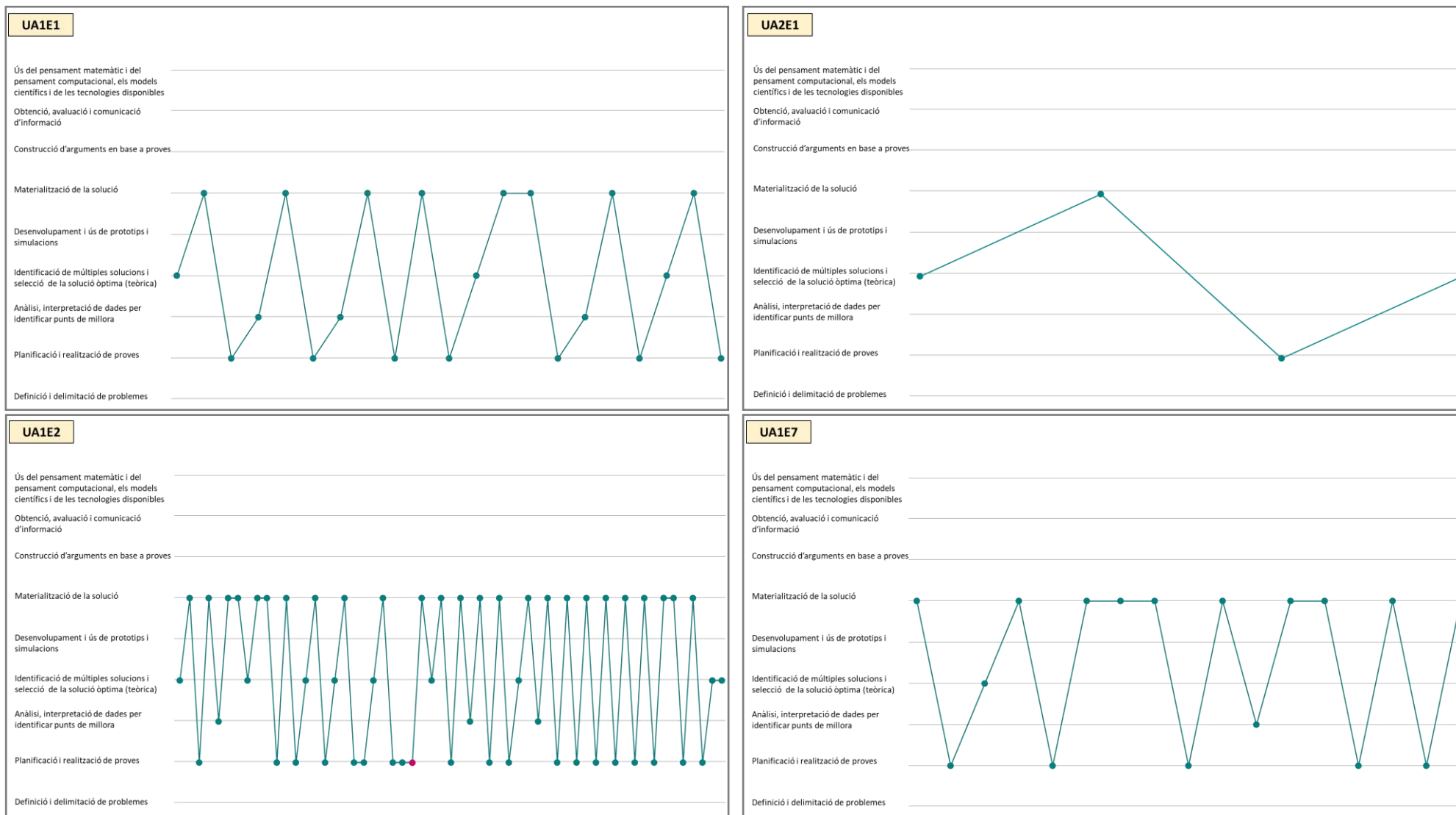


Figura 43a. Seqüenciació de les pràctiques identificades en l'anàlisi dels casos.

Capítol 5. Estudi 1

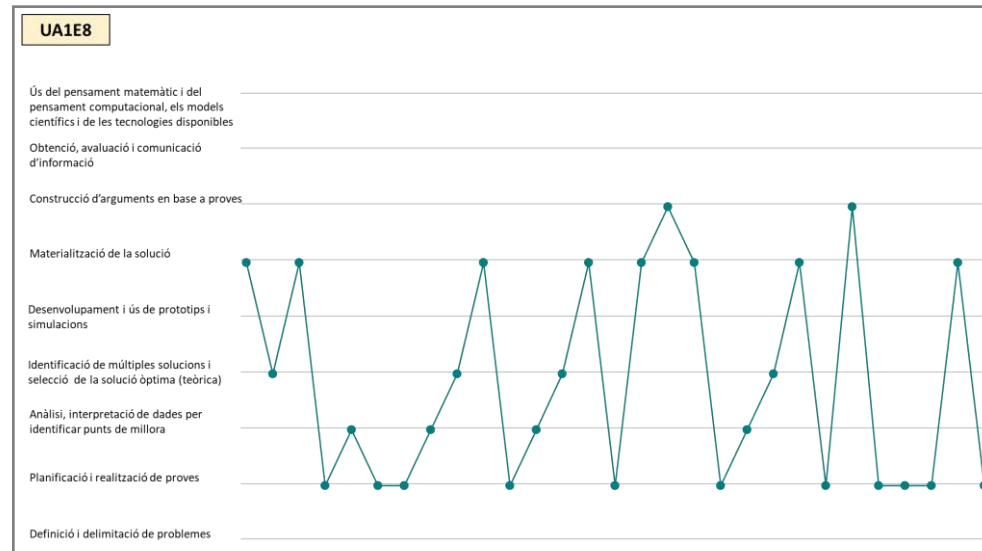
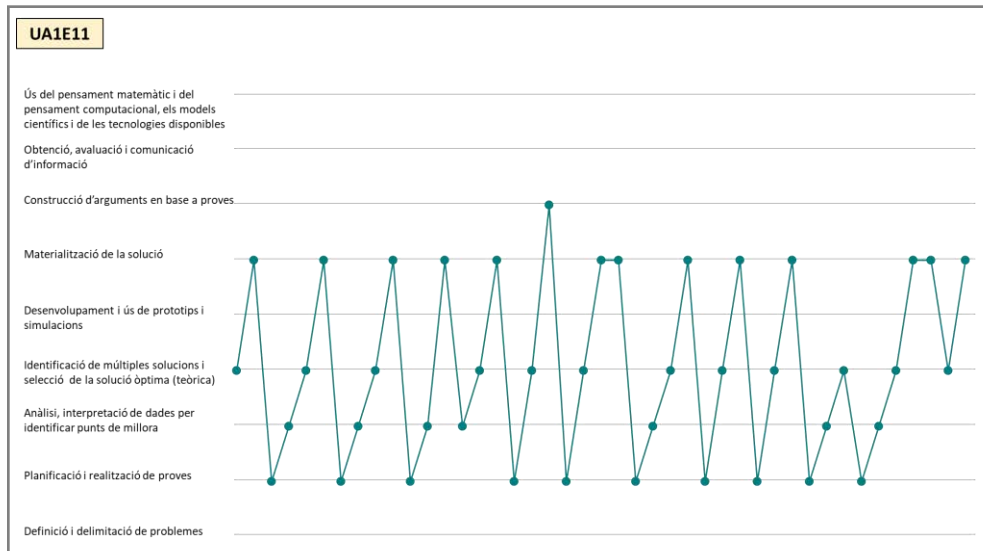
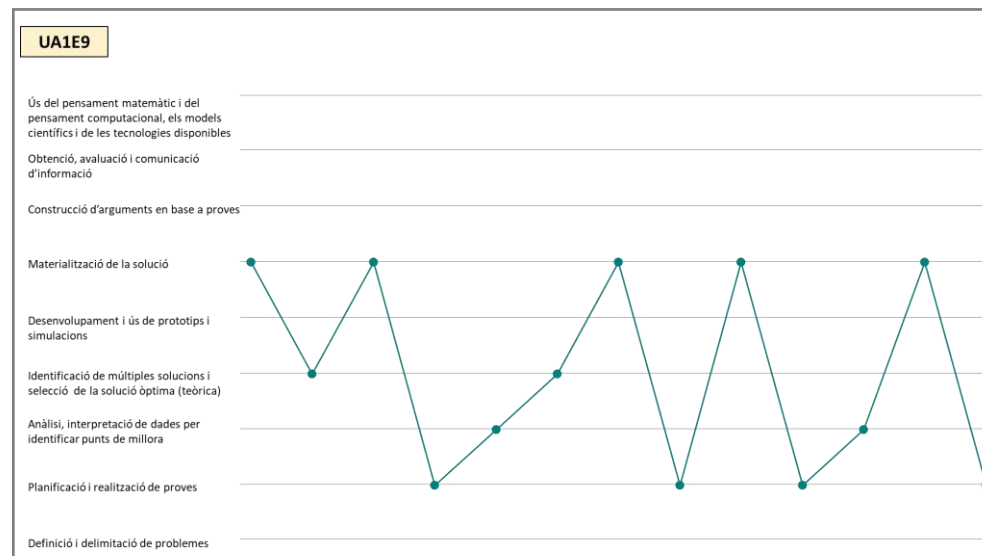
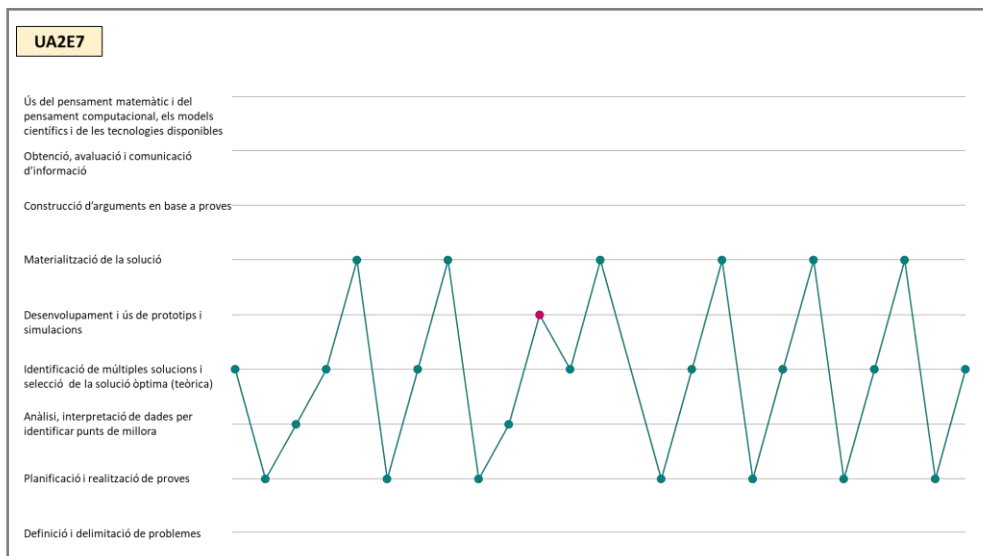


Figura 43b. Seqüenciació de les pràctiques identificades en l'anàlisi dels casos.

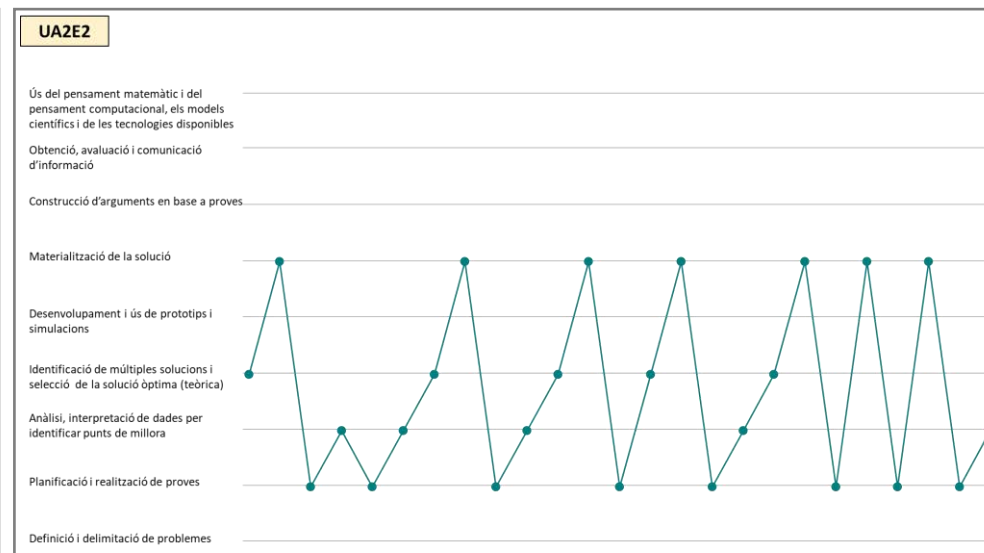
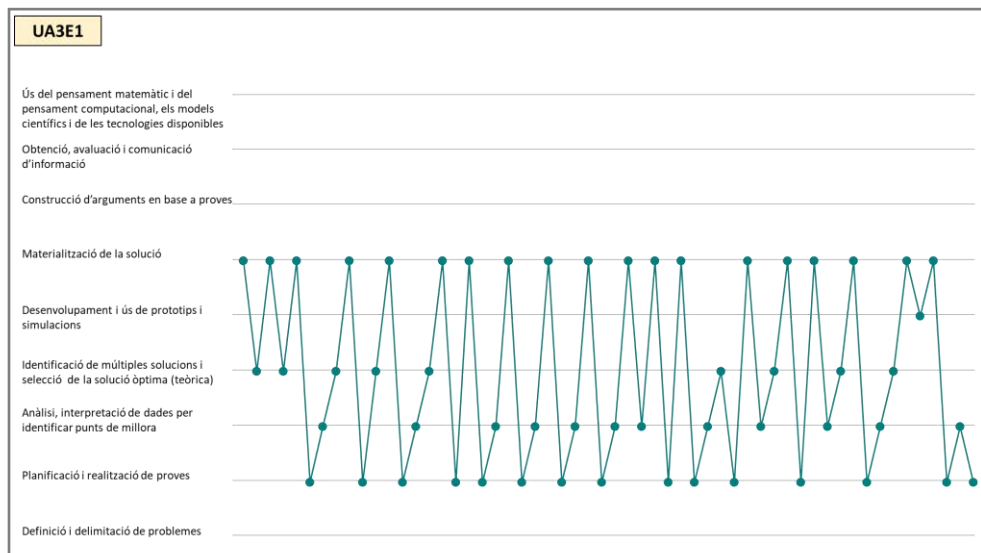
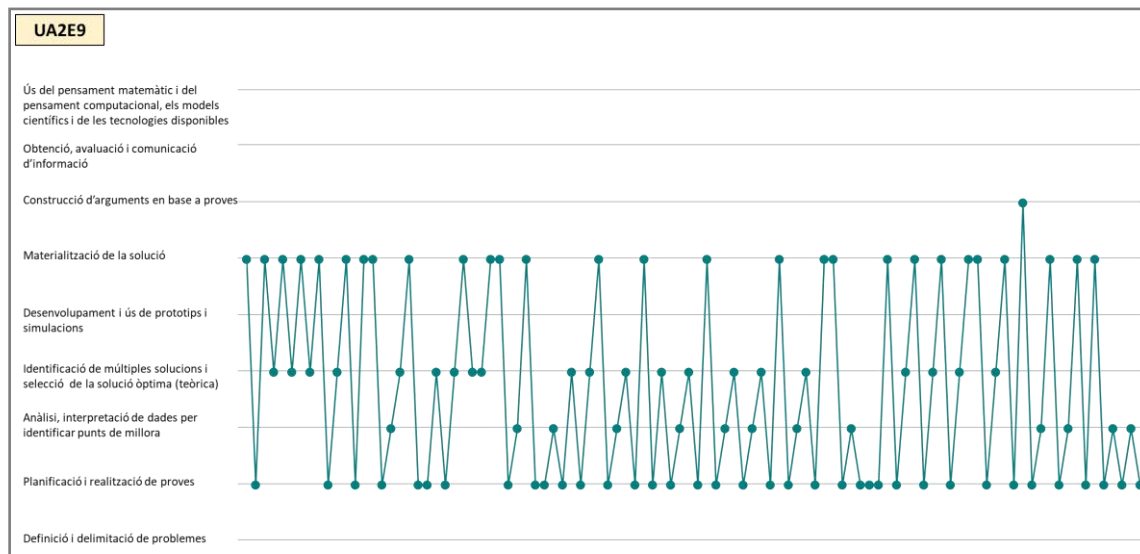


Figura 43c. Seqüenciació de les pràctiques identificades en l'anàlisi dels casos.

5.4.2 Discussió dels resultats de l'Estudi 1.4

Els resultats de l'Estudi 1.4 confirmen la potencialitat de la proposta educativa per a promoure, ja sigui de forma autònoma com potenciada pels motius de canvi identificats anteriorment, les pràctiques de l'enginyeria i, en molt menor mesura, les científiques. En ambdós casos, la majoria de pràctiques solen ser, però, poc profundes: hi ha testeig però no es planifica l'obtenció de proves, hi ha anàlisi dels resultats del testeig però no en base a dades,... Sens dubte, tant la naturalesa de l'espai (p.e.: el tipus de material que hi ha sense, per exemple, eines per a la mesura) com la proposta metodològica amb la que s'acompanya (p.e.: es facilita un tipus de testeig, es donen poques restriccions,...) podrien explicar aquesta manca de profunditat alhora que també expliquen la major o menor presència de les diverses pràctiques, com ja avançàvem en l'Estudi 1.3.

Quant a les pràctiques de l'enginyeria, per exemple, no sorprèn que tant la materialització de les construccions com el testeig de les mateixes siguin les pràctiques més comunes doncs són en si al centre del propis plantejaments que caracteritzen al Tinkering. Més enllà d'això, destaca la identificació de múltiples solucions i la selecció de la solució òptima per part de l'alumnat com a la tercera de les pràctiques amb major presència. Tal com ja apuntaven Mader i Dertien (2016), aquest és precisament un dels punts diferencials del Tinkering com a metodologia, doncs promou un tipus de pràctiques que sovint, i malgrat la seva rellevància, tenen un paper molt residual en l'educació en enginyeria o tecnologia. Precisament, aquesta idea de prendre decisions sobre el disseny (com per exemple quines possibles solucions es poden considerar) sol veure's relegada a una decisió preestablerta, centrant-se la majoria de les activitats en acotar el problema i construir la solució. Amb això no volem dir que pràctiques no evidenciades en el nostre estudi, com la definició i delimitació de problemes de l'enginyeria, no siguin rellevants. Al contrari, considerem que els resultats confirmen la complementarietat de la proposta Tinkering amb d'altres metodologies en la promoció de les pràctiques de l'enginyeria.

D'altra banda, també trobem interessant destacar la participació en alguns dels casos, tot i que amb una baixa presència, en la pràctica d'argumentació. Tal com es posa de manifesta en els resultats, la participació en aquest tipus de pràctica sembla estar subjecta a la involucració de l'alumnat en la pràctica d'anàlisi. Els patrons identificats en el nostre estudi permeten aprofundir en aquest resultat. Tal com hem vist, mentre que els patrons de *prova-error* i els de *solució sense anàlisi* limiten la capacitat de l'alumnat a justificar les seves creacions, tant el patró *d'avançament*, que inclou la pràctica d'anàlisi, com el patró basat en la *optimització*, que inclou la selecció de la solució òptima, capaciten a l'alumnat per participar en la pràctica d'argumentació. Mentre que, en el primer cas, l'alumnat pot argumentar perquè la seva solució és bona, en el segon també els permet argumentar perquè és la millor de les solucions considerades. Respecte a l'existència o no d'aquestes pràctiques relacionades amb l'anàlisi, cal destacar que els nostres resultats semblen suggerir que, a mida que l'alumnat va avançant en la seva activitat, aquestes va guanyant protagonisme (veure casos UA1E2, UA2E9 o UA3E1). Alhora, molts dels casos en què trobem aquesta pràctica d'anàlisi coincideixen amb casos en què en l'activitat es dona un patró de perfeccionament (veure Estudi 1.3, casos UA1E11, UA1E8 i UA2E9). Aquests resultats ressonen amb el que alguns autors suggereixen i reforcen el que avançàvem en la discussió en relació als resultats de l'Estudi 1.3 quant al guany d'expertesa dels nens i de les nenes en el procés de disseny. D'una banda, aquesta capacitat de considerar diverses solucions i analitzar està en línia amb el que Crismond i Adams (2012) conclouen en comparar les estratègies de disseny de dissenyadors experimentats amb les de dissenyadors aprenents. Segons els autors, mentre que els principiants no es plantegen més d'una solució i fan una validació de les seves creacions no analítica o reflexiva, els experts si que inclouen aquestes pràctiques en el desenvolupament dels seus dissenys. Alhora, el fet que molts dels

casos que segueixen un patró que inclou l'anàlisi coincideixin amb casos en què l'activitat segueix un patró de perfeccionament, recolzen la idea de que es tracta de casos en què els nens i les nenes es tornen més experts en el procés de disseny. Ja per acabar amb les pràctiques de l'enginyeria, els resultats apunten a que, tal com està pensat l'espai, no es promouen pràctiques com el prototipar, donat que el material disponible ja és el material de construcció del producte final. Amb tot, malgrat que els nostres resultats no es poden comparar del tot amb d'altres estudis que han buscat aprofundir en la relació entre el Tinkering i el procés de disseny de l'enginyeria (J. Wang et al., 2013), principalment degut a que en aquests estudis es comparava més amb un mètode de disseny pas a pas que no amb un conjunt de pràctiques etiquetant per separat pràctiques que per a nosaltres serien el mateix (p.ex: provar el disseny o provar el disseny refinat), els resultats obtinguts en l'Estudi 1.4 complementen aquests estudis i contribueixen a confirmar la potencialitat de les propostes Tinkering en el desenvolupament de les pràctiques de l'enginyeria.

Pel que fa a les pràctiques de la ciència, els resultats posen de manifest que al llarg d'una activitat tinkering es donen situacions en les que aquestes pràctiques es poden promoure, però que no semblen mantenir-se, molt probablement per l'enfocament més d'enginyeria dels espais (veure Estudi 1.3). En alguns dels casos trobem bons punts de partida però no se solen aprofitar -com en el cas UA1E2, quan es fa la pregunta investigativa però després no continua-. Aquests resultats confirmen el que apuntaven King i English (2016) i que també defensàvem en el nostre marc teòric: un enfocament STEM basat en el disseny de l'enginyeria no té perquè promoure en el desenvolupament i aprenentatge de les pràctiques i conceptes científics. Si no es planteja de forma explícita el treball entorn a les pràctiques científiques, aquestes no es donaran per si soles en un context on es promou principalment la pràctica de l'enginyeria (per més multidisciplinar que sigui l'espai).

Més enllà de les pràctiques en si, i malgrat no ser un objectiu de la nostra recerca, considerem oportú fer un incís en relació als continguts conceptuals de ciències i/o d'enginyeria. En aquest sentit, el cas és que el nostre estudi no ens ha permès recollir evidències al respecte tot i que s'han trobat casos d'èxit quant a participació de l'alumnat que no semblen desembocar en una comprensió a nivell conceptual dels fenòmens experimentats, com en el següent cas (UA1E2):

El nen aconsegueix moure unes rodes per fer un cotxe a l'espai d'electricitat. Un altre nen ho veu i exclama admiració:

- *"Ala Xxxx, com ho has fet?"*

- *"No sé... he anat ajuntant amb els cables i m'ha sortit".*

Aquesta circumstància posa de manifesta que, malgrat que una activitat pugui ser exitosa per al participant -com en el cas UA1E2, veure Estudi 1.3- el cert és que no té perquè ser exitosa a nivell d'aprenentatge. En aquest cas ens trobem, d'una banda, amb una participació en les pràctiques en què hi domina el patró de prova-error (Figura 43a). De l'altra, el mateix nen confirma no tenir clar el funcionament del seu muntatge, malgrat haver-lo fet funcionar. Aquests resultats contrasten amb el que autors com Dougherty (2012), influenciats sens dubte pel construccionisme, afirmen en relació al valor educatiu del moviment Maker i a com l'objecte creat en un context Maker és una demostració i evidència del que s'ha après.

5.5 Discussió general dels resultats de l'Estudi 1

Els resultats de l'Estudi 1 han permès caracteritzar la proposta educativa Tinkering prenent en consideració les diverses dimensions que el configuren: el Tinkering com espai, el Tinkering com a proposta metodològica i el Tinkering com a activitat. Aquests resultats s'assemblen a propostes anteriors que ens semblen molt interessants per caracteritzar entorns d'aprenentatge, i contextos Tinkering, en particular, però va una mica més enllà dels mateixos. En concret, en els nostres Estudis 1.1, 1.2 i 1.3 s'ha fet un esforç per garantir la distinció entre l'espai, la proposta metodològica i l'activitat. Malgrat que en les propostes d'autors com Richardson i Mishra (2018) o Petrich i col·legues (2013) les dimensions considerades eren similars, el cert és que en la seva caracterització es barrejaven conceptes de diferent naturalesa. En el primer cas, per exemple, es parlava de context físic, clima d'aprenentatge i participació dels aprenents. Mentre que les dues primeres dimensions encaixen del tot amb la nostra proposta de caracterització, en la tercera no es parava tant de què feien els nens i les nenes (per tant, de l'activitat portada a terme) sinó de què se'ls fa fer, és a dir, d'aspectes que nosaltres hem ubicat en la proposta metodològica. Per la seva banda, i pel que fa a un context Tinkering, Petrich i col·legues destacaven l'activitat, l'ambient i la facilitació com a les dimensions a tindre en compte en el disseny d'una proposta Tinkering. En la descripció de les característiques de cadascuna de les dimensions s'hi barrejaven, però, idees que no acabaven de correspondre's amb la dimensió en la que es detallaven (per exemple, sota l'etiqueta d'activitat, es parlava tant dels materials com de la promoció d'objectius mitjançant exemples anteriors, el que per a nosaltres seria la proposta metodològica).

Les evidències recollides quant a les dimensions proposades en l'Estudi 1.1 i 1.2, amb els corresponents descriptors per a l'espai i la proposta metodològica, així com la caracterització concreta de l'activitat que porten a terme els nens i les nenes, incloent la proposta d'estructura d'exploració-plantejament d'objectiu-avançament que resulta de l'Estudi 1.3, suposen per tant un major aprofundiment en la complexitat que representa el Tinkering i contribueixen a ampliar el coneixement que es tenia fins ara amb estudis com els mencionats anteriorment. Malgrat que és precisament la combinació de les dimensions dels primers estudis el que explica allò que es pot anar observant al llarg d'una activitat tinkering, reconèixer l'aportació per separat de la part física i de la proposta metodològica ens pot ajudar a interpretar millor què passa i incidir-hi en cas necessari atenent a la naturalesa diversa del que és l'espai i els materials i el que es proposa fer amb ells. Per exemple, que una de les creacions portades a terme en l'espai d'engrenatges sigui una casa per a un osset de l'espai d'electricitat és una combinació de la gran varietat de materials i possibilitats de combinació (dimensió 1), la possibilitat de connectar els espais (dimensió 4) i la sensació de llibertat (dimensió 2), promoguts tant pels materials i l'espai en sí com per la proposta metodològica. El mateix espai, amb els mateixos materials i dispositius, resultaria en una activitat molt diferent si no es donés tanta llibertat ni marge per a la improvisació plantejant, per exemple, reptes tancats en cada espai o no permetent moure els materials d'un a l'altre. De fet, un espai pot ser molt Tinkering però si no està acompanyat d'una proposta metodològica adient aquest pot veure limitada la seva "tinkerabilitat". Alhora, la proposta d'estructura obtinguda en analitzar l'activitat portada a terme pels nens i per les nenes aporta una forma de mirar les activitats tinkering que permet comprendre de forma més rigorosa què passa en tot moment sense comprometre el seu caràcter lliure i desestructurat. Així, aquesta estructura ens ha permès entendre millor la influència de les característiques concretes evidenciades en els dos primers estudis i, com veurem més endavant, serà útil també per comprendre els models d'intervenció dels facilitadors i de les facilitadores.

Amb l'Estudi 1, per tant, s'ha obtingut caracterització d'una proposta educativa Tinkering que permet distingir què és Tinkering i què no. Aquesta caracterització resulta molt interessant doncs, sovint, hi ha activitats que s'etiqueten com a Tinkering però que no ho són. Un exemple seria l'activitat de "toy take apart" (Exploratorium, 2014) que, malgrat ser una activitat molt bona des del punt de vista de l'educació en enginyeria, no tindria les característiques d'una activitat tinkering. Més enllà de les etiquetes en sí, entendre que una proposta és o no Tinkering, també ens ajuda a situar-nos en relació al seu potencial d'aprenentatge que, com hem vist amb l'Estudi 1.4, pot ser molt característic i amb un valor afegit específic en relació a d'altres propostes educatives.

Més enllà d'aquestes aportacions, creiem interessant destacar que els resultats de l'Estudi 1 confirmen que el Creativity compta amb moltes característiques, com a espai i com a proposta metodològica, que promouen la creativitat de l'alumnat. Els colors vius, la disponibilitat de diversos materials i dispositius o la presència de mobiliari modular que pot combinar-se i moure's entre les diverses zones així com el caràcter lliure de la proposta, permetent el moviment i el soroll, la col·laboració,... (Allen & Hessick, 2011; Gierdowski, 2013; C. Richardson & Mishra, 2018; Wolff, 2003) promouen una participació activa i creativa per part dels nens i de les nenes essent aquest un dels objectius principals del Tinkering. Alhora, tant els resultats de l'Estudi 1.3 com els de l'Estudi 1.4 semblen apuntar que la participació de l'alumnat en una activitat tinkering ajuda a desenvolupar la seva autonomia i expertesa en el procés de disseny, un altre dels aspectes que, com veiem en el marc teòric, es persegueix amb les propostes Maker en general i amb les de Tinkering en particular.

En resum, doncs, i seguint la proposta de Falk i Dierking (2000), l'Estudi 1 ha permès caracteritzar tant el context físic com el sociocultural d'una proposta educativa no formal de tipus Tinkering com ara el Creativity. Respecte a aquest últim, els resultats de l'Estudi 2, centrat en el paper de la intervenció adulta, permeten aprofundir encara més en la mediació social que té lloc en una activitat tinkering.

CAPÍTOL 6.

RESULTATS DE L'ESTUDI 2: ANÀLISI DEL PAPER DE LA INTERVENCIÓ ADULTA EN UNA ACTIVITAT TINKERING

6.1 Caracterització dels facilitadors i de les facilitadores: visions i models d'intervenció

L'anàlisi de les dades referents als facilitadors i a les facilitadores va permetre identificar certes similituds i diferències quant a les seves visions sobre el Creativity com a espai Tikering i en relació a quin i com havia de ser el seu paper en aquest espai. D'una banda, les entrevistes van permetre copsar les creences i visions manifestades pels propis facilitadors i facilitadores. Aquestes es presenten a partir de les cites dels propis facilitadors i facilitadores. De l'altra, a partir de les observacions dels casos seleccionats, es van obtenir resultats referents a l'objectiu de la interacció i la demanda cognitiva (veure 4.2.3.4). Per tal de facilitar-ne la interpretació, aquests últims s'han presentat de forma visual seguint la representació gràfica de les activitats Creativity utilitzada en l'Estudi 1.3. En concret, les interaccions entre els adults i els nens i nenes s'han representat de la següent forma:

Taula 60. Identificació de la informació recollida en els gràfics que representen els resultats de l'anàlisi portat a terme en l'Estudi 2

| Dimensió | Categories | | Subcategories | |
|---|--------------------------------------|---|---------------|---|
| 1. Objectiu de la interacció Iniciada pel/per la facilitador/a Iniciada pel nen per la nena Llargada = durada | Promoure l'avançament | Promoció de l'exploració | | |
| | | Promoció del plantejament de l'objectiu | | |
| | | Promoció de l'avançament cap a l'objectiu | | |
| | Promoure la reflexió sobre el procés | | Refl. | |
| | Supervisar | | Sup. | |
| | Avaluar | | Avl. | |
| | Diagnosticar | | Diag. | |
| | Mantenir | | Mant. | |
| | 2. Demanda cognitiva | Continuar | Continuar | 0 |
| | | Reproduir | Mirar | 1 |
| Imitar | | | | |
| Conèixer | | Actuar | 2 | |
| | | Recordar | | |
| Avaluar | | Descriure | 3 | |
| | Revisar | | | |
| | Analitzar | | | |
| Imaginar/Planificar | Argumentar | 4 | | |
| | Imaginar | | | |
| | | Planificar | | |

- Cada episodi d'interacció s'ha ubicat segons el seu objectiu (promoure exploració,...) és a dir, a l'alçada de la fase a la que correspon. Les interaccions amb objectius no relacionats amb les fases s'han ubicat fora d'elles (reflexió a la part de d'alt i la resta a la part d'a baix)
- Aquesta representació de la interacció s'ha superposat amb la pròpia evolució de l'alumnat (resultat de l'Estudi 1.3)
- En tots els casos, s'ha buscat representar si la interacció es donava per a promoure un canvi entre fases (per exemple d'explorar a plantejar l'objectiu) o per avançar dins d'una mateixa fase. Per fer-ho, en el primer cas la interacció s'ubica fora de l'evolució del nen o de la nena (just abans o en paral·lel) mentre que en el segon s'ubica dins de la representació de l'evolució del nen o de la nena.
- Finalment, s'ha representat també el temps dedicat a cada interacció

En aquest apartat identifiquem, a partir d'aquestes visions, els models d'intervenció per a cadascun dels facilitadors i facilitadores entrevistats i, a partir dels patrons identificats, proposem uns perfils de facilitació específics.

6.1.1 Biel – Un facilitador ha de procurar... Que l'espai estigui correcte per a que els nens puguin treballar sols

El Biel (F1) és un bioquímic de formació que compta amb un Màster en biotecnologia vegetal. En el moment de les entrevistes, no disposava de cap experiència prèvia en l'àmbit de l'educació (ni formal ni no formal) més enllà de les seves pròpies experiències a l'escola i com a nen en activitats d'educació en el lleure. Va entrar a treballar al CosmoCaixa en el moment en què es va llançar el Creativity i, en el període en el que es van recollir i analitzar les dades per a la recerca, havia estat designat la persona de referència per a les activitats Creativity amb públic escolar. En aquest sentit, s'encarregava de la majoria de sessions per a aquest públic juntament amb d'altres facilitadors i facilitadores que podien anar rotant en major o menor mesura.

Característiques clau del Creativity

Per al Biel, la característica principal del Creativity, i que el diferencia de la resta d'activitats del museu, és la sensació de **llibertat** que es busca transmetre als participants. Malgrat confirmar que es tracta d'un espai en el que es poden fer creacions, aquest facilitador considera que això no diferencia el Creativity d'altres activitats:

“En una paraula és llibertat. Ja sé que és crear, eh?... Però el que jo crec que caracteritza més el Creativity és el fet que poden anar on vulguin, no? Aquest procés creatiu lliure... Perquè creació també és tallers d'aquest que fem : ara muntareu tal... o jugar amb plastilina. Però ja no és llibertat (...) Es un espai també on poden determinar ells el seu propi nivell, fent creacions més o menys complexes... no sé, per això també la llibertat. Jo crec...”

Necessitats dels nens i de les nenes

En relació a les necessitats principals dels nens i de les nenes el Biel creu que aquestes tenen a veure amb aspectes bàsicament **logístics**, entenent aquests com la necessitat de disposar de tot el que es requereix com, per exemple, els **materials** per a crear. Alhora, també menciona la rellevància de garantir que l'alumnat no es queda aturat i sense saber què fer, tot i que, de nou, ho relaciona principalment amb el garantir que es tenen a mà tots els materials necessaris:

“Però si ens diuen: em falta això, em falta allò.. has d'estar amb ells. (...) acompanyar els nans però d'una forma passiva. Observant-los, mirant què els hi falta, principalment, animant-los si notes que potser si que s'estan desvinculant de l'activitat (...) Animant-los vull dir "Ala, has vist això? Mira el material. Què podries fer amb això? Guaita què passa si poso això?"..." Ves a mirar el material, va. Imagina't què pots fer."..."

Val a dir, però, que en l'entrevista s'interpreta que el Biel està en procés d'evolució en aquest sentit, doncs s'adona que, cada vegada més, va incorporant nous recursos per a fer avançar una activitat més enllà de garantir que es té i es coneix tot el material disponible:

“És veritat que ara diem moltes més coses (...) no sé, és veritat que abans potser amb l'electroimant si que clar quan és el primer dia dius "Ah! Creus que és un electroimant?" (...) Ara ja tens tots els trucs fets (...) "A veure, va, què hem de fer per a que funcioni aquest objecte?"”

Objectius d'aprenentatge de l'espai Creativity

En referència als aprenentatges que es podrien vincular al Creativity, el Biel destaca principalment les idees relacionades amb l'**apoderament** de l'alumnat:

“ (el Creativity és un espai) on poden trobar els seus... on tenen els seus... on tenen aquesta especialització, on tenen més poder, on tenen més capacitats... Si és el món artístic o el món tecnològic o el món elèctric...”

Quan es compara amb d'altres espais, per exemple, el Biel destaca la idea d'**autonomia** i llibertat per sobre d'altres com la creativitat:

“Jo crec que ells s'ho van trobant de la seva manera (...) ells troben la manera de crear i de fer-ho... i ho han de trobar a la seva manera...No?”

Finalment, i de manera molt tangencial, el Biel fa referència a l'aprenentatge d'alguns **continguts conceptuals** de ciències:

““Creus que és un electroimant?” (...) “Què podem fer per fer ombres?””

Paper com a facilitadors/es

Quant al seu paper com a facilitador, el Biel creu que el seu principal rol és el de **supervisar** que tot estigui correcte i al seu lloc.

“Jo crec que (l'objectiu principal com a facilitador) és que l'espai estigui correcte per ells...Principal...Que l'espai estigui correcte.”

A banda, també destaca la necessitat de garantir que la seva interacció comporti el **mínim d'intervenció possible**, molt probablement per garantir que es manté el clima de llibertat destacat anteriorment.

"(...) és un acompanyament més passiu, o més... que realment no som participants de la seva creació. (...) Ni molt menys em poso amb el seu projecte.: Ah! Això ho podries fer així (com a exemple de posar-se en el projecte), .. no, que facin el que creguin."

En aquest sentit, el Biel confia en l'autonomia dels nens i de les nenes, assegurant que per ells dols ja poden anar avançant i que, per tant no requereixen de la seva intervenció. No veu per tant necessari identificar què estan fent els nens i les nenes i partir de la seva situació per a fer-los avançar, sinó que considera que ells o elles ja li demanaran el que necessiten:

"Els primers 10 minuts no vas i dius: què esteu fent? No, no... que mirin l'espai, que remenin... (...) Aquí no ets un dinamitzador, diguéssim. Aquí ets un acompanyant... és la principal diferència (...) Aquí se senten (...) els protagonistes (...) És el tracte de... com quan vas a menjar, que ets tu el protagonista no el cambrer. (...) Si ens pregunten "Com es menja això?" els expliquem, però no els ho diem."

Aquestes visions queden reflectides si analitzem les principals interaccions que es donen en el cas del Biel. Tal com podem observar en els següents gràfics (Figura 44a, b), en termes generals, el Biel fa intervencions molt curtes (d'entre 10 segons i 1 minut, com a màxim). Les seves intervencions se situen principalment a la fase d'exploració però també fora de les fases definides per a l'activitat tinkering. Aquestes darreres tenen com a objectiu principal mantenir l'activitat en marxa o supervisar la mateixa. També s'inclouen intervencions destinades a avaluar, supervisar o mantenir l'activitat, però cap d'elles està dirigida a diagnosticar o reflexionar. Aquest fet explica alguns dels esdeveniments que es reflecteixen en els gràfics.

D'una banda, trobem que en diverses ocasions les intervencions del Biel no es veuen seguides per les accions dels participants. En alguns casos, aquestes se situen lluny del moment en el que es troben els nens i les nenes. En el cas UA2E1, per exemple, el Biel fa una intervenció adreçada a promoure l'avançament, i amb un nivell cognitiu elevat, mentre que el nen en realitat està encara en la fase d'exploració (li pregunta, per exemple "Com ho podem fer que s'aguanti això?" però en realitat no està donant resposta a una necessitat real del participant, ja que aquest encara no s'ha plantejat l'objectiu). Com es pot veure en el gràfic, el nen no segueix la proposició del facilitador i es manté en la fase d'exploració. En d'altres casos, es tracta d'intervencions redundants, plantejant per exemple objectius en els que el nen o la nena ja està treballant (UA1E2). Alhora, també destaca el fet que el del Biel és l'únic cas en el que s'ha observat una interacció iniciada pel nen o per la nena, seguint la idea del facilitador a demanda, com a "cambrer" utilitzant les paraules del Biel en la seva entrevista.

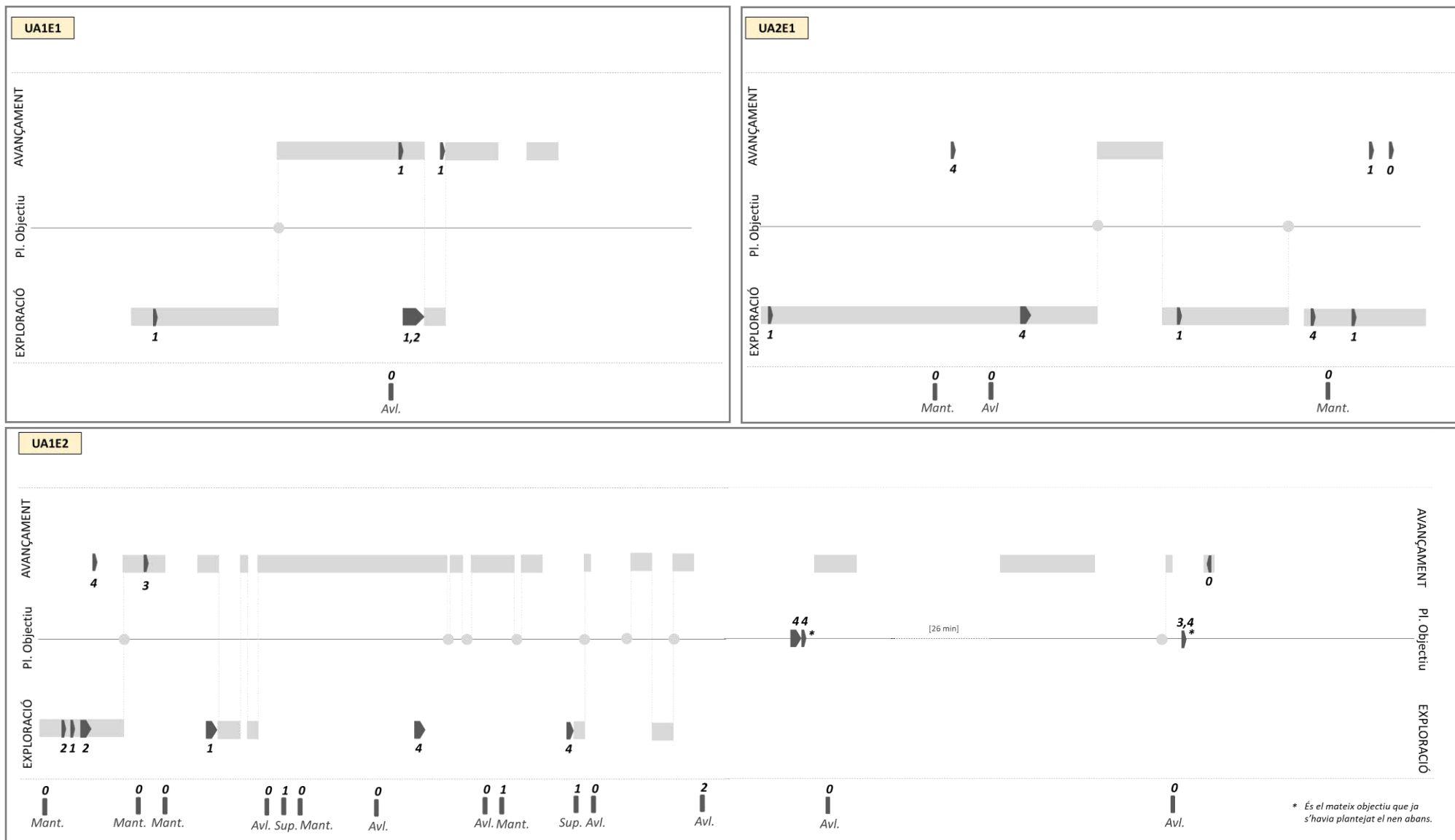


Figura 44a. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F1-Biel

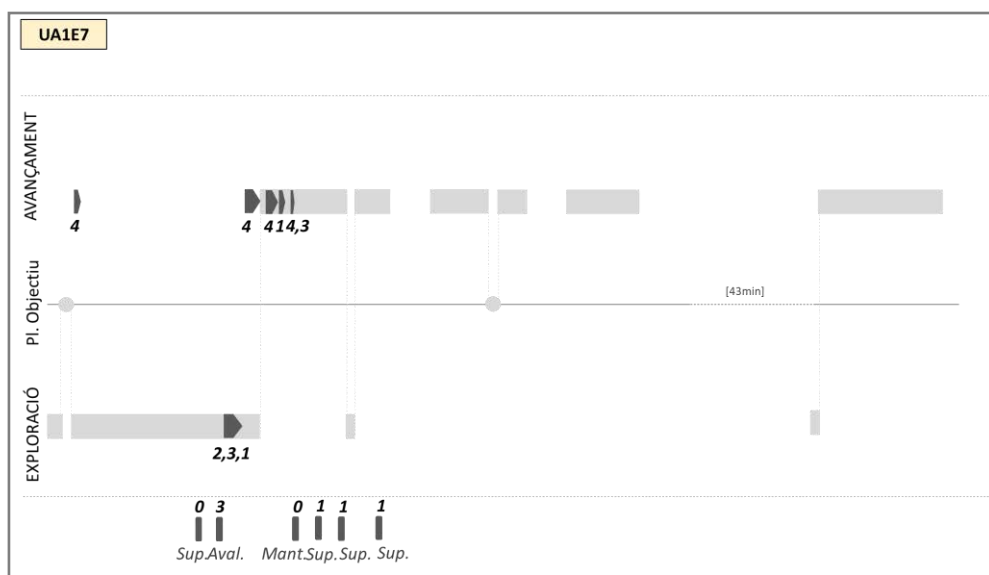


Figura 44b. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F1-Biel

D'altra banda el Biel fa sovint unes demandes cognitives altes al principi de l'activitat (quan seria d'esperar un altre tipus de demanda) i més per a la fase d'exploració, a la que dedica més temps, que per a la fase d'avançament. Alhora, moltes de les intervencions que es donen fora de les fases (principalment per supervisar l'activitat o mantenir-la) resulten en demandes cognitives baixes. En el cas del Biel és comú veure intervencions que amb frases com "Molt bé, molt maco això eh?" busquen principalment que el nen o la nena continuï amb el que està fent, sense promoure canvis.

Cal destacar, però, que com s'evidenciava en les paraules del Biel, es pot constatar una evolució en les seves intervencions. Si observem els gràfics, ordenats cronològicament, viem que en el darrer dels casos els patrons comentats canvien una mica: les intervencions són més llargues i semblen més adaptades a les necessitats dels participants, malgrat seguir sense diagnosticar el punt en el que es troben. Alhora, les demandes cognitives semblen una mica més coherents amb l'evolució de l'activitat.

Rols adoptats en la facilitació

Pel que fa al rol adoptat pel Biel, podem afirmar que la majoria de vegades adopta un **rol asimètric**. En la gran part de les seves intervencions, el Biel busca la consecució de l'objectiu i focalitza les seves interaccions en assolir-ho. Això es tradueix, per exemple, en fer ell mateix les accions per a que els nens i les nenes ho repeteixin directament o en no donar temps als participants per a que responguin les preguntes que els fa:

"Com es diu aquesta àrea? (sense deixar que responguin) Elec... trici..."

"Compte amb els cables eh? Noies i nois.. mireu, el cables els estirem així"

Aquest fet es pot trobar també reflectit en els gràfics anteriors. En el cas UA1E7, per exemple, el Biel demana a les nenes revisin el que han fet però no dona temps a fer-ho i ho fa ell directament, esperant que l'imitin (per això en el gràfic apareix l'ordre posat 3,1 i no 1,3).

En algunes ocasions, però, s'observa que el Biel adopta un rol de simetria simulada. En el següent exemple, per exemple, el Biel observa com el nen ha aconseguit que girin dues rodes amb la dinamo però enlloc d'anar endavant la creació gira sobre si mateixa. Buscant proposar-li el repte d'aconseguir que ho faci anar endavant, el Biel es fa el sorprès sobre el funcionament actual de la creació:

“Ui, i ara què fa aquest cotxe?”

6.1.2 Carla – Un facilitador ha de procurar... Proposar nous reptes per tal que els nens tornin més complexes les seves creacions

La Carla (F2), biòloga de formació, compta amb un Màster en psicopedagogia sistèmica. En l'àmbit educatiu, havia treballat de professora durant vuit anys, quatre a primària i infantil, i quatre a secundària. Com el Biel, la Carla va entrar al CosmoCaixa per treballar al Creativity i, per aquest motiu, solia ser la persona que acompanyava al Biel en la majoria de les sessions amb públic escolar.

Característiques clau del Creativity

La Carla considera que el que veritablement caracteritza el Creativity és el fet que situa a l'**alumnat com a inventors** de les seves pròpies creacions:

“Jo a vegades els hi dic que és com una fàbrica d'invents, als nens... I com inventors, doncs, si no els hi surt a la primera, han d'anar provant les seves creacions.”

Com el Biel, la Carla destaca el **caràcter lliure** del Creativity, en contraposició a d'altres activitats més pautades o guiades:

“És molt diferent a les altres activitats. Les altres activitats estan com a molt pautades i guiades (...) Però el Creativity és un espai... jo els dic és un espai de creació lliure.”

Necessitats dels nens i de les nenes

La Carla considera, com el Biel, que una de les necessitats que tenen els nens i les nenes és de tipus **logístic**, lligada a la disponibilitat i accessibilitat dels recursos:

“Els nens no tenen tendència a obrir els calaixos... com que hi ha tants materials a la part d'a dalt. És que no els veuen els calaixos eh?. Faig "Eh! mireu que he trobat aquí.. (en plan catxondeo) He trobat un tub!" Jo m'ho passo molt bé (fent-ho així en catxondeo) perquè els nens t'expliquen la vida...”

A banda, la Carla també emfatitza **aspectes del procés de creació** que considera que l'alumnat ha de tenir en compte per a poder avançar de forma satisfactòria en la seva creació:

“Al principi els hi diem (que han de provar). No sé... si no els hi diem potser ho proven igual, però els hi diem: "creieu que és fàcil fer volar un objecte al tub de vent?" (...) “Potser no us surt a la primera. Ho haureu de provar més d'una vegada...”

Objectius d'aprenentatge de l'espai Creativity

Finalment, i en relació als objectius d'aprenentatge del Creativity, la Carla creu com el Biel que els aspectes lligats amb l'**apoderament** són importants:

“Un nen volia fer una moto i jo li vaig dir “Què , has pogut fer la moto?” I ell em diu, “no...”. “Bueno, pues tens vacances, pots fer-ho a casa... jo crec que has de fer la moto””

Ahora, la Carla també menciona alguns aspectes que es poden relacionar amb una reflexió entorn a **aprenentatges sobre** la naturalesa de la **ciència** i la **tecnologia**:

“(...) Els hi diem: “Esteu en una zona de fer invents... creieu que els inventors els hi surt a la primera? Doncs potser a vosaltres tampoc”

Paper com a facilitadors/es

Pel que fa als seus objectius com a facilitadora, la Carla destaca principalment el **promoure canvis** en l'activitat de l'alumnat per a fer-lo avançar:

“Quan venen amb una creació incipient els convido a que ho compliquin (...)”

Per fer-ho, però, la Carla reconeix que necessita **conèixer en quin punt** estan els nens i les nenes, (què estan fent, què han fet ja,...):

“si veus un nen que està encallat, preguntar-li per on anava, què volia fer...(...) Estar atent als nens i anar-los ajudant.”

Aquesta ajuda la Carla la planteja cada vegada més com una **intervenció oberta**, basada en preguntes. Com el Biel, la Carla afirma que, en aquest sentit, hi ha hagut una evolució doncs inicialment es plantejaven explicacions més tancades:

“Per exemple n'hi ha molts que volen fer un objecte que voli... no vola perquè o no està ben feta la forma o pesa massa. Clar no li diem que la forma està mal feta o que pesa massa. Potser sí que li diem: “has provat de canviar la forma? o has mirat de ficar un altre paper” Però no li diem, “és que no t'està volant perquè així no et volarà” (...) Jo crec que nosaltres ja hem canviat el xip (en relació a donar explicacions, exemples,...). Ara, per exemple, el discurs, en el meu cas i en la majoria, és més jugant amb el que van dient els nens. Si que tenim l'esquema, però no és tan com abans... que fèiem molt... aquí estan els nens i nosaltres fotem el rotllo. Ara és més jugar amb els que t'estan dient.”

Com en el cas anterior, aquestes visions es reflecteixen en les intervencions observades (Figura 45a i b). Com es pot observar, les intervencions de la Carla són més extenses que les del Biel. Ahora, sembla evidenciar-se que aquestes s'adapten millor a les necessitats i circumstàncies dels participants, molt probablement gràcies a la presència d'intervencions que busquen diagnosticar en quin punt està el nen o la nena en cada cas. Responent a la seva idea de garantir les necessitats logístiques, la Carla també compta amb intervencions adreçades a supervisar l'activitat, així com d'altres orientades a avaluar com ho estan fent els nens i les nenes.

Quant a les demandes cognitives, aquestes semblen estar més equilibrades entre les fase d'exploració d'avançament.

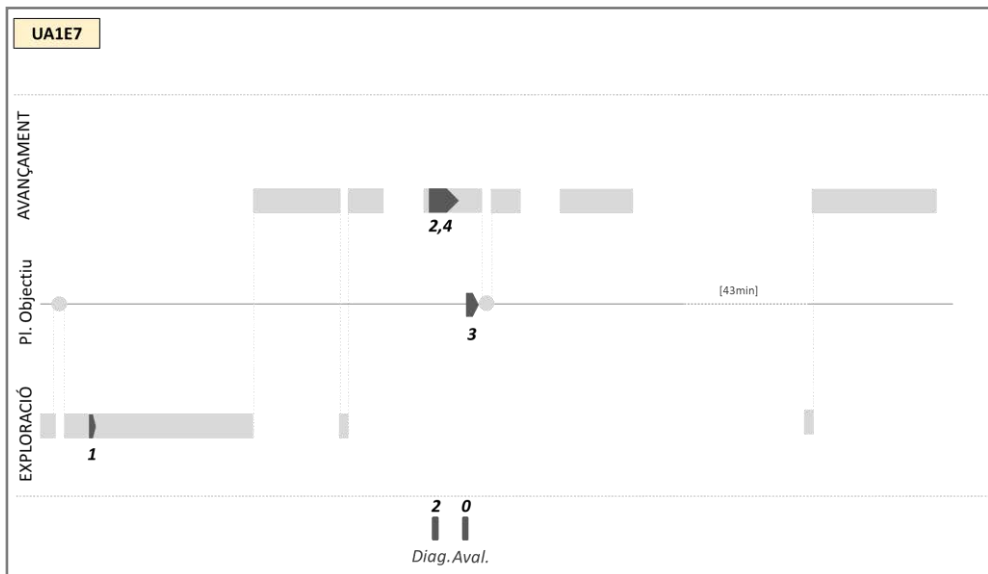


Figura 45a. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F2-Carla

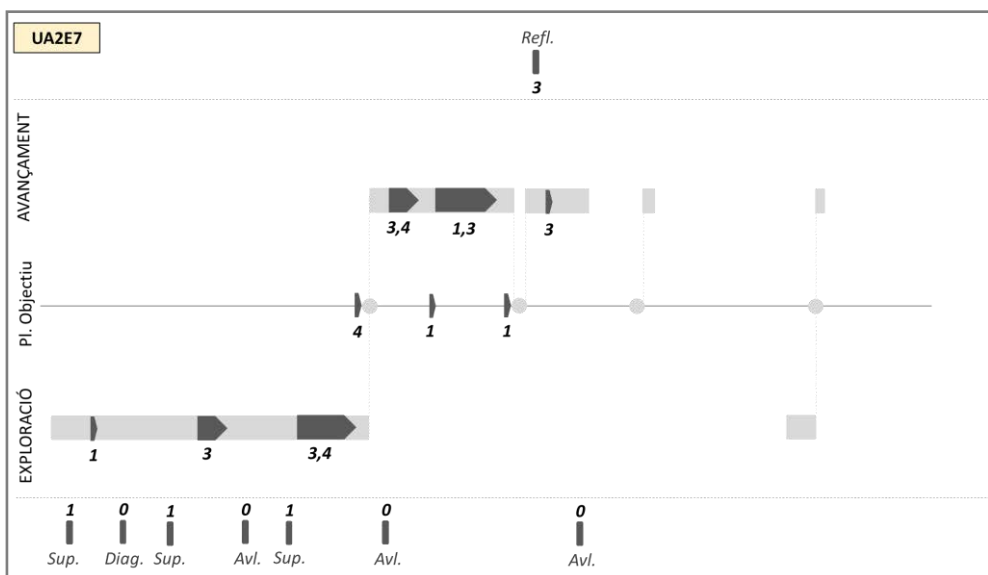


Figura 45b. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F2-Carla

Tal com ja avançava ella mateixa en l'entrevista, la Carla fa moltes intervencions adreçades a promoure canvis en els participants. En el cas UA2E7, per exemple, es veu molt clar com busca promoure el plantejament d'objectius, plantejant-li reptes:

"Com podem ajuntar dues coses? (...) Té, vinga, a veure si pots"

"No pots unir-ho, això amb això?" Un cop el nen cel·lebra haver aconseguit el que volia la facilitadora li passa una bombeta i li diu "Vols ficar-hi una llum?"

Rols adoptats en la facilitació

Quant al posicionament o rol adoptat en la facilitació, el cas de la Clara és un clar exemple de rol **simètric simulat**. Ella mateixa ho diu a l'entrevista:

"(Per promoure que explorin els calaixos els dic:) "Eh! mireu que he trobat aquí..." (en plan catxondeo). "He trobat un tub!" Jo m'ho passo molt bé (fent-ho així en catxondeo) perquè els nens t'expliquen la vida..."

"Però ells no són conscients que nosaltres ja ho sabem ... perquè et venen i et diuen: "Eh! Mira lo que he conseguido... !" I tu dius... ja..."

"(Quan hi ha escoles que no saben treballar de manera autònoma) jo dic "pues no sé... ayer no sé dónde lo ponía..."

"Per exemple, a l'electricitat el que fan sempre és agafar moltes peces i ficar-hi moltes dinamos. I jo els dic "ahir.. no sé com va passar però hi havia un nen que havia connectat deu peces amb una sola dinamo..." (...) "No sé com ho va fer... em sembla que va buscar algo als calaixos""

I en les observacions s'evidencia de manera molt clara. En el cas UA1E7, per exemple, les nenes han aconseguit que el seu muntatge faci el que volien, però han utilitzat més material del necessari. La Carla s'acosta per observar com van:

"Carai! Si que aneu ràpid vosaltres! Però... clar" (fa gestos còmics assenyalant tot el muntatge)

D'igual forma, en el cas UA2E7, vol que el nen s'adoni de què passa al circuit quan es prem un interruptor:

(Fent veure que no sap que passa) "No funciona!" (Agafa ella la dinamo) "Arggg...mira prova de girar-ho...Aish... jo no ho puc moure això!" (Ella sap perfectament que li costaria girar la dinamo si es prem l'interruptor però fa veure que juga).

6.1.3 Íngrid – Un facilitador ha de procurar... Promoure la reflexió mentre els nens participen en un procés de creació lliure

L'Íngrid (F3) ha estudiat ciències ambientals i compta amb un postgrau en educació i comunicació ambiental. Abans d'incorporar-se al CosmoCaixa, l'Íngrid havia treballat en una associació d'escoltes com a tècnica ambiental, dissenyant activitats d'educació ambiental i sostenibilitat. A banda, també havia estat monitora d'esplai durant més de sis anys. En el moment de les entrevistes, l'Íngrid era la facilitadora amb més experiència al museu, doncs portava deu anys treballant com a monitora d'activitats del museu i, de fet, era la coordinadora de tot l'equip de monitors. Com a tal, l'Íngrid havia estat la representant dels facilitadors i des les facilitadores en les formacions fetes entorn a l'espai Creativity i solia participar en les sessions en cas que es necessités substituir algun/a facilitador/a o en ocasions especials com formacions a professorat o similar.

Característiques clau del Creativity

A banda de la idea de llibertat i creació destacada pels altres facilitadors i facilitadores, l'Íngrid destaca l'ambient **lúdic** de l'espai Creativity:

“(El Creativity és) com un espai com de creació lliure. Un espai a partir del qual amb les eines que tu et trobes pots crear, fabricar. Et plantejes un repte i, a partir d'allà, has de treballar fins assolir-lo. Una mica aquest ambient més informal, més lúdic que una aula, a través de prova-error i, pots treballar en grup.. com una mica més obert que una aula... bé, molt més obert que una aula (aula de l'escola i dels tallers del CosmoCaixa).”

Necessitats dels nens i de les nenes

Segons l'Íngrid, les activitats a les que s'enfronten nens i nenes al Creativity són activitats poc comunes per a ells. En aquest sentit, considera que l'alumnat necessita en certa manera, un acompanyament al llarg del **procés de creació**:

“Estem parlant que són nens i nenes que molts d'ells potser mai havien fet res semblant. Per tant, el simple fet de plantejar-se un objectiu i començar a treballar... o de vegades era simplement aconseguir doncs que ells miressin per allà, s'inspirassin i a partir d'aquí és...Vale: et plantejes l'objectiu i treballes per aconseguir-lo.. bueno ara no me n'en surto... Vale com demanes ajuda.. o sigui , una mica vetllar per a que hi hagi aquest procés.”

Objectius d'aprenentatge de l'espai Creativity

En relació als potencials aprenentatges del Creativity, l'Íngrid destaca el desenvolupament de la **creativitat** de l'alumnat

“(A diferència de les activitats guiades) bàsicament, que el que hem d'explotar és la seva creativitat”

Ahora, també destaca aspectes lligats amb l'**apoderament**, mencionant per exemple l'oportunitat que suposa el Creativity per a que els nens i les nenes se sentin còmodes afrontant activitats de creació de caràcter obert:

“El que hem d'explotar és que ells se sentin còmodes en un espai com aquest (...) El fet que ells es puguin arribar a plantejar un projecte, fer-lo... l'alegria que tenen, no?, quan veuen que els funciona”

En relació als aprenentatges potencials del Creativity, l'Íngrid afirma haver evolucionat al llarg de la seva participació en diverses sessions. Si inicialment, s'havia centrat més en aspectes de caire “curricular” (fent referència a continguts conceptuals), aquesta facilitadora afirmava considerar cada vegada més la promoció de les **pràctiques** lligades al procés de creació com a un objectiu del Creativity:

“Jo potser al principi era molt curricular i arriba un moment que en comptes de més curricular, és més les habilitats, les competències.. el fet de poder resoldre un problema. (...) jo ho resumiria dient que jo abans era molt més curricular i ara dono molta més importància (que lo altre també és important eh?). (...) (per curricular em refereixo a que) s'han de saber això, això i això (...) Què volem aconseguir? Doncs el que t'he dit abans: seguir tot aquest procés”

Paper com a facilitadors/es

Per a l'Íngrid, tant la supervisió com la identificació de necessitats i la promoció de canvis són important a l'hora de dur a terme la facilitació. A aquestes tasques, també hi afegeix el promoure la **reflexió** dels participants mitjançant, per exemple, preguntes obertes o modelitzant certes tasques:

"Una mica vetllar, primer pel bon funcionament de l'activitat"

"Per mi era com tenir molt d'ull, tenir ull per anar detectant les situacions."

"És una feina que, sembla que no sigui important, però el fet que tu diguis la paraula, la frase... pot fer que el nen passi d'estar desubicat a que comenci a treballar."

"Era molt... més que guiar, era més que ells mateixos se n'adonessin que.. què és el que han de fer, o quin és el problema.. amb preguntes bàsicament fer-los reflexionar. Doncs per exemple, que això o em surt: bueno, a veure. Per que no et surt? Què és el que li passa? Com voldries que et sortís? Què crec que hauries de fer per a que sortís com tu vols? Més que donar consells o donar instruccions és bàsicament fer les preguntes per a que ells..."

Tot i ser senzilla, la interacció entre l'Íngrid i les nenes del cas UA1E9, és un bon resum de les afirmacions fetes per l'Íngrid (Figura 46). En ella es veu clarament com la intervenció de l'Íngrid se centra principalment en el procés (la seva intervenció més llarga es dona precisament en el procés d'avançament) amb intervencions que busquen un canvi o la revisió sobre el que s'ha fet o s'està fent

"A veure cap a l'altra banda?"

"Perque ella ara enlloc de girar-ho així, ho ha girat així i li ha caigut per aquí... Clar, jo no ho havia vist tampoc"

Alhora, també veiem que aquesta intervenció ve precedida d'un diagnòstic previ que permet adaptar la intervenció al moment de les participants

"Com va per aquí noies? Ho aneu provant?"

Malgrat que, en menor mesura, també s'identifica la idea de reflexió a la que feia referència l'Íngrid en la seva entrevista, emfatitzant la rellevància de les pràctiques a portar a terme.

"Si... és important que ho aneu provant pas a pas. Així comproveu si us funciona"

Quant a la demanda, en l'anàlisi s'evidencia una demanda en progressió (de tasques menys complexes a tasques més complexes), que dona també aquesta idea d'acompanyament al que feia referència l'Íngrid.

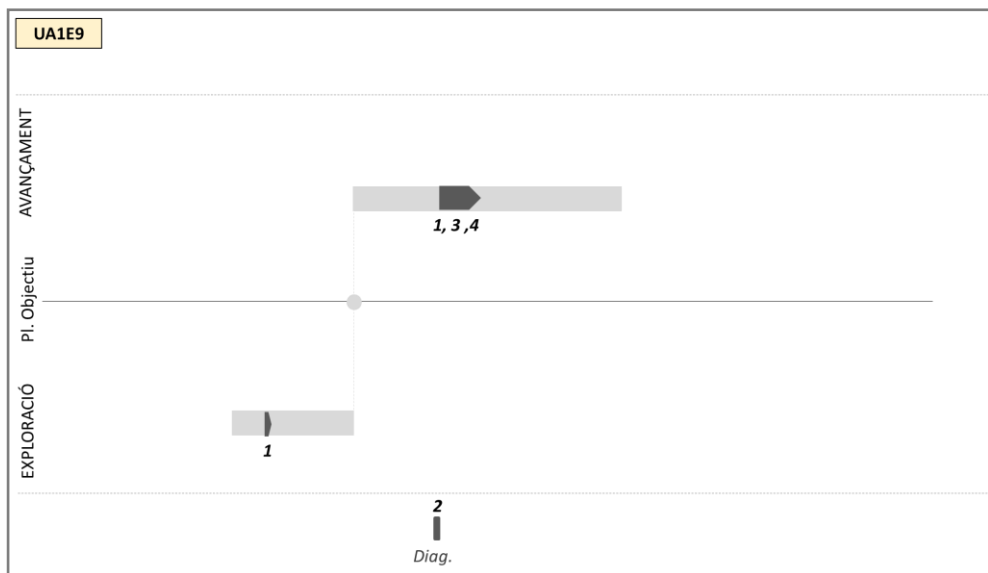


Figura 46. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F3-Íngrid

Rols adoptats en la facilitació

Com per a la Carla, el cas de l'Íngrid és un clar exemple de rol **simètric simulat**, molt proper però al rol **simètric**. En l'entrevista, l'Íngrid reconeix que, en ocasions, es posava a fer creacions al costat dels nens i de les nenes:

"(...) De vegades em posava a fer les meves pròpies creacions. Ja dic... que no sempre funcionaven les meves. Jo partia de les mateixes premisses i jo el que feia és que també anava reflexionant amb veu alta i em deien " Ah! pues nosequé nosequantos!"

En les observacions es veu com, efectivament, l'Íngrid participa en les creacions amb una certa ingenuïtat, però sense oblidar el seu paper com a facilitadora. En el cas analitzat, per exemple, les nenes estan plantejant-se com fer que la bala caigui per on elles volen. Una de les nenes té una idea que encaixa amb la que l'Íngrid tenia en ment (tot i que no l'havia expressada explícitament). L'altra nena, però, ofereix una alternativa i l'Íngrid es deixa sorprendre per la mateixa:

Íngrid: *"No us arriba aquí... on ho hauríeu de posar per a que us arribés?"* (l'Íngrid té clar on ho posaria)

Nena 1: *"També podríem moure això"*

Íngrid: *"Si... de fet, podríeu moure això o això més cap aquí..."*

Nena 2: *"No, millor això"* (mou una de les peces)

Nena 1: *"No perquè així cauria aquí directament"*

Íngrid: *"Clar... Això és veritat"*

Nena 1: *"Seria més cap allà"* (seguint amb la proposta que tenien en ment ella i l'Íngrid)

La nena 2 agafa una bala i fa una prova.

Íngrid: (observant el que fa la nena 2) *"O... cap a l'altre cantó com ha fet ella, mira. Ara si que li ha sortit (referint-se a la nena 2). Perquè ella ara, en comptes de girar-ho així ho ha girat així, i li ha caigut per aquí... Clar jo no ho havia vist tampoc"*.

6.1.4 Marta – Un facilitador ha de procurar... Plantejar bones preguntes per esperar les accions dels participants

La Marta (F4), també biòloga, ha cursat un Màster en comunicació i educació ambiental. En l'època de les entrevistes, la Marta es trobava cursant el grau en educació infantil. Com l'Íngrid, la Marta també portava quasi deu anys treballant com a monitora al CosmoCaixa a càrrec de diverses activitats i tallers. Malgrat participar en algunes sessions Creativity amb públic escolar, la seva participació era esporàdica i es repartia de forma equitativa entre el públic escolar i el familiar.

Característiques clau del Creativity

Parlant del Creativity com a espai, la Marta destaca el seu caràcter **lliure** i de promoció del **procés creatiu**:

“Per la part física, (el Creativity és un) espai que potencia la llibertat i la creativitat”

Com a activitat, aquesta facilitadora destaca del Creativity la seva vessant de **creació**:

“Com a activitat, el Creativity és una activitat en la que els usuaris experimenten i aprenen a través de l'anàlisi i superació de les dificultats despreses del procés creatiu”

Necessitats dels nens i de les nenes

De forma molt similar al que apuntava l'Íngrid, la Marta creu que els participants acostumen a tenir una **visió limitada** del que suposa un procés creatiu, i més encara si aquest és lliure:

“Molt sovint (i encara que sembli mentida), la llibertat bloqueja a molts usuaris (...) Molt sovint els visitants es centren només en repetir exemples o en preguntar “Què s'ha de fer?” o “Per a què serveix això?””

Objectius d'aprenentatge de l'espai Creativity

Com en el cas de l'Íngrid, la Marta creu que la seva visió sobre quins són els objectius d'aprenentatge de l'espai Creativity ha anat evolucionant al llarg de la seva participació com a facilitadora. Més concretament, la Marta ha passat de promoure un aprenentatge de conceptes més tancats a, com s'ha comentat abans, la reflexió entorn al **procés de creació**:

“Al principi el paper de la persona que conduïa l'activitat era més educador (fèiem preguntes més concretes, es dirigia més els visitants cap a un camí més lògic ...) El més important és el de mantenir la ment oberta i intentar fugir de la repetició de patrons (...) El més interessant és fer entendre que com millor s'aprèn és mitjançant la metacognició (anàlisis durant el procés i aplicar modificacions per millorar-lo)”

Aquest viratge també ha portat a valorar aspectes relacionats amb l'**apoderament** dels nens i de les nenes, destacant la percepció que tenen aquests sobre la seva capacitat d'actuar de forma autònoma:

“Gràcies a aquest canvi, s'ha pogut observar un major riquesa d'experiments i una major satisfacció dels usuaris, ja que es senten protagonistes i directors de l'estona que dediquen a experimentar”

Paper com a facilitadors/es

Sobre els objectius dels facilitadors i de les facilitadores, la Marta apunta tant al donar assistència com al **promoure canvis**, fent referència en aquest segon cas al que ella anomena les bones preguntes:

“El paper més important és el d’acompanyar els visitants en la recerca de respostes i solucions als problemes que es troben durant el procés de creació. A part d’aquesta funció, també destacaria el caràcter inspirador de les aportacions del facilitador (...) plantejar una bona pregunta esperona una acció que pot arribar a desencadenar un projecte que ocupi bona part del temps de la sessió. Per exemple, preguntes que comencin per: “Series capaç de....?” “Com podríem fer que... ?” “Per què creus que podria servir....?””

“Resulta molt interessant fer noves propostes als alumnes per augmentar la dificultat del projecte o fer variacions per tal que no es conformin amb el primer resultat fàcil del seu procés creatiu (...) Tot i que el material en alguns casos sembli molt dirigit a construir estructures concretes (per exemple: globus aerostàtics) hi ha moltíssimes possibilitats per crear i experimentar tot i que no s’aconsegueixi tot a la primera”

Ahora, i com també apuntava l’Íngrid, la Marta considera que com a facilitadora també té l’objectiu de garantir que els participants **reflexionen** sobre el que han fet:

“El més interessant és fer entendre que com millor s’aprèn és mitjançant la metacognició (anàlisis durant el procés i aplicar modificacions per millorar-lo)”

Aquest enfocament queda palès en el cas analitzat en relació a les interaccions que es donen entre la Marta i les nenes del Cas UA1E11. Tal com succeïa amb l’Íngrid, la Marta centra les seves intervencions en la fase d’avançament, essent la demanda cognitiva més elevada en aquesta fase. A més, destaquen dues intervencions orientades a promoure la reflexió de les participants, incidint en, per exemple, les pràctiques a portar a terme:

(Revisant la solució que han trobat les nenes a un problema que tenien) *“Al final heu trobat un truc que era el que millor anava, no? Per a que no s’escapés...”*

“Ah... És clar... vosaltres heu fet cosa difícil, eh? Heu combinat, vertical amb horitzontal”

Malgrat tractar-se d’intervencions curtes en la seva totalitat, aquestes són continuades en el temps (no es tracta de moltes petites intervencions, sinó de poques però de llarga durada), donant una sensació major d’acompanyament. Destaca però, el fet que, malgrat incloure la diagnosi, a la Marta li succeeix com al Biel: proposa un objectiu a les nenes que ja és el que s’havien plantejat elles abans.

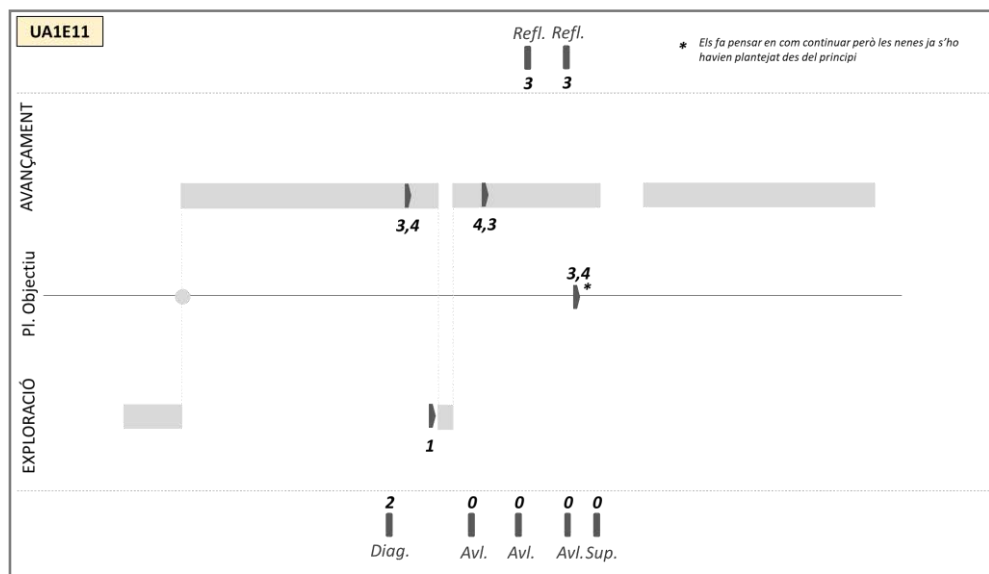


Figura 47. Seqüenciació de les interaccions del facilitador F4-Marta

Rols adoptats en la facilitació

Pel que fa al rol adoptat per la Marta en les seves intervencions, podríem dir que el seu cas és una barreja entre intervencions amb un clar rol **simètric simulat** i d'altres amb un enfocament més **asimètric**. En el següent episodi, succeït just després de que les nenes li expliquin el seu muntatge, la Marta comença amb un rol molt de joc per passar seguidament a un més orientat a una consecució ràpida dels resultats (més enllà de les paraules, el to de la veu dona a entendre també aquest canvi):

Marta: "I així s'aguantarà bé?" (riu)

Nena 1: "Espero..."

Marta: (posant-se més seria) "Penseu... com ho podeu fer per a que això no... no caigués. Mireu, en el carretó trobareu material que us ajudi a subjectar això"

Com veiem, algunes de les visions són comunes entre tots o alguns dels facilitadors i facilitadores. En canvi, hi ha facilitadors i facilitadores que tenen certes visions no compartides amb la resta. A mode de resum, la Taula 61 ofereix una classificació d'aquestes visions, conjuntament amb una síntesi del perfil de cada facilitador. Quant al paper dels facilitadors/es, les respostes s'han dividit en la intenció (què volen aconseguir amb les seves intervencions) i el model d'intervenció (el basta en "deixar fer", és a dir, poc intromissiu i amatent a les demandes dels participants) o el provocador de canvis, intervenint de manera intencionada encara que els participants no ho sol·licitin).

Taula 61. Resum de les visions dels facilitadors/es entrevistats

| | | Biel | Carla | Ingrid | Marta |
|---|-----------------------------|------|-------|--------|-------|
| | | F1 | F2 | F3 | F4 |
| Formació científica | | | | | |
| Formació prèvia en educació/didàctica o similar | | | | | |
| Experiència al CosmoCaixa | | | | | |
| Característiques clau del Creativity | Llibertat | | | | |
| | Creació | | | | |
| | Lúdic | | | | |
| Necessitats nous | Mitjans/eines | | | | |
| | Coneixement del procés | | | | |
| Objectius d'aprenentatge | Apoderament | | | | |
| | Competències transversals | | | | |
| | Continguts de STEM | | | | |
| | Continguts sobre STEM | | | | |
| | Pràctiques STEM | | | | |
| Tipus intervenció | Deixar fer | | | | |
| | Provocar canvis | | | | |
| Intenció facilitadors/es | Supervisar | | | | |
| | Donar assistència | | | | |
| | Identificar necessitats | | | | |
| | Promoure canvis | | | | |
| | Fer reflexionar | | | | |
| Rol adoptat | Simètric (lúdic) | | | | |
| | Asimètric (econòmic) | | | | |
| | Simètric Simulat (didàctic) | | | | |

Si analitzem la taula prenent en compte les visions que es tenen sobre les necessitats dels nens i la intenció de la facilitació, ens adonem que hi ha una relació entre la visió que es té del Creativity més com a espai físic o més com a activitat de creació, amb un model de facilitació específic. Així, mentre que el Biel sembla centrar-se més en els aspectes físics del Creativity (les necessitats dels nens i de les nenes les troba principalment en els mitjans i les eines, les seves intervencions busquen principalment supervisar i donar assistència,...) i adopta un tipus d'intervenció més de "deixar fer", la Carla, l'Íngrid i la Marta se centren més en la part d'activitat de creació, emfatitzant la necessitat d'ajudar als nens i a les nenes a conèixer el procés, buscant identificar necessitats –destaca en aquests dos models les intervencions que busquen diagnosticar-, promoure canvis i, en el cas de les dues últimes, a més, fer reflexionar als nens i a les nenes entorn a aquest procés i adopten un paper que busca provocar canvis.

Prenent en consideració aquestes perspectives, podríem parlar de tres models d'intervenció per part dels facilitadors i de les facilitadores (Figura 48):

1. Model d'intervenció *mínim* (Biel)
 - Se centre principalment en l'espai (gestió dels materials, supervisió, ...)
 - Opta per una intervenció de *deixar fer*
2. Model d'intervenció de *canvi* (Carla)
 - Se centre tant en l'espai (gestió dels materials, supervisió, ...) com en l'activitat
 - Opta per una intervenció de *deixar fer* però també de *provocar canvis*.
3. Model d'intervenció de reflexió (Íngrid i Marta)
 - Se centre tant en l'espai (gestió dels materials, supervisió, ...) com en l'activitat
 - Opta per una intervenció de *deixar fer*, *provocar canvis* i promoure la *reflexió*.

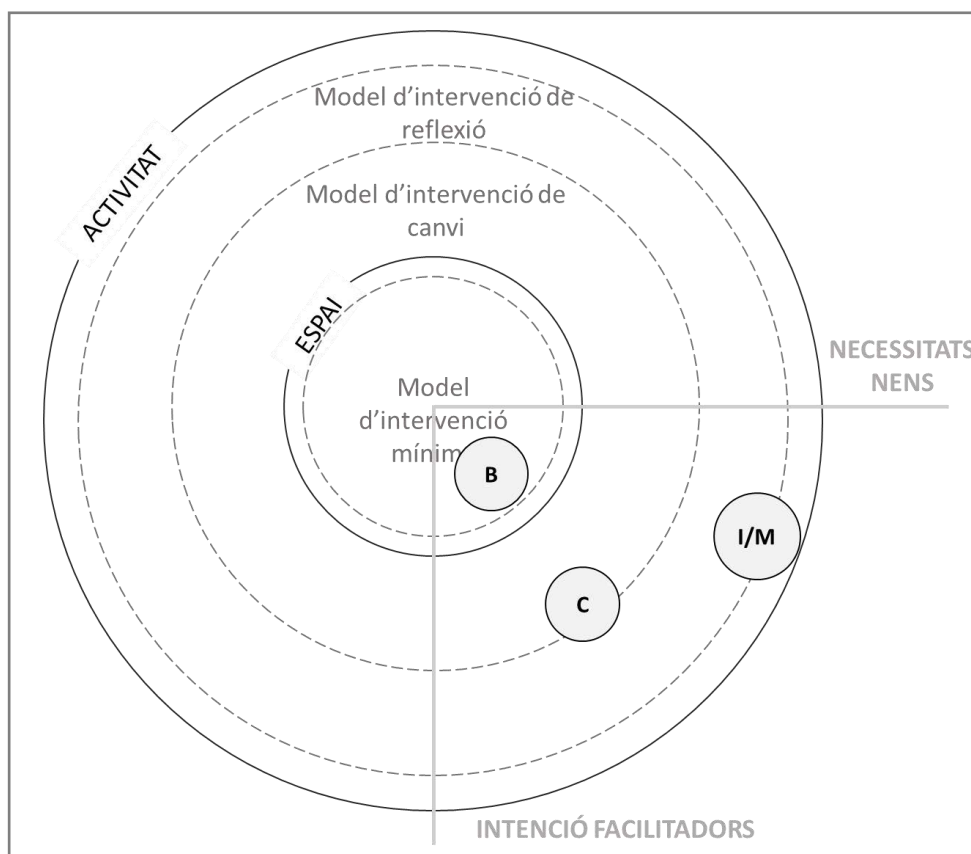


Figura 48. Models d'intervenció identificats

6.2 Discussió dels resultats de l'Estudi 2

Els resultats de l'Estudi 2 posen de manifest que no existeix un únic model de facilitació en un context Tinkering com el Creativity. Tal com s'ha pogut evidenciar, existeixen entre els facilitadors i facilitadores analitzats una diversitat de visions entorn a què és el Tinkering, quins poden ser els seus objectius educatius, quines necessitats poden tenir els nens i les nenes i quin ha de ser el seu paper com a facilitadors i facilitadores. Aquesta diversitat de visions, que sembla influenciada per la manca de concreció quant a la definició i característiques del Tinkering però també pel propi bagatge formatiu dels facilitadors i facilitadores, resulta en uns models de facilitació que s'han pogut agrupar en tres: un model d'intervenció *mínima*, que es recolza en la idea de Tinkering com a espai (la seva disposició, els seus materials, ...) i que, per tant, minimitza la seva intervenció i es basa en acompanyar als participants donant assistència a nivell material principalment; un segon mode d'intervenció de *canvi*, que se centra també en el Tinkering com a activitat i que busca, mitjançant la seva intervenció, l'avançament en aquesta activitat a través del plantejament de reptes; finalment, un tercer un model, el model de *reflexió* que, també conceben el Tinkering com un espai i com una activitat, busca promoure la reflexió entorn al que s'està fent. En aquest sentit, podríem dir que el primer model, més centrat en les possibilitats de l'espai, sembla estar influenciat per visions de l'aprenentatge lligats a la importància de l'entorn en promoure el descobriment autònom per part dels nens i de les nenes (visions més clàssiques de Piaget, Montessori o el construccionisme de Paper). En canvi, el segon i el tercer perfil responen més a una idea vygostkiana de l'aprenentatge, veient la construcció del coneixement no només en el context en el que té lloc sinó a partir de la interacció social que s'hi dona (Bodrova & Leong, 2006; Honomichl & Chen, 2012).

Sigui com sigui, els perfils obtinguts en l'Estudi 2 coincideixen en certa manera amb els perfils proposats per certs autors com Van Shcijndel i col·legues (2010) o Tofteskov (1996) en d'altres contextos. A diferència dels primers, però, en parlar de models de facilitació, s'han deixat de banda els rols adoptats pels facilitadors i per les facilitadores. Al nostre entendre, es poden adoptar diversos rols per a portar a terme un mateix model d'intervenció. En aquest sentit, coincidim amb Kolmos i col·legues (2008) quan suggereixen que, en una mateixa activitat, pot ser necessari adoptar diversos rols.

D'altra banda, malgrat que els nostres resultats no ens permeten identificar quin és el model més exitós d'intervenció i que l'activitat dels nens i de les nenes que hem analitzat no s'explica només per aquests models de facilitació (com hem vist, al llarg de la sessió, hi ha molts moments en què aquesta facilitació no hi és present i l'Estudi 1.3 ha evidenciat que els mecanismes de canvi en l'activitat van més enllà dels facilitadors/es), si contrastem les intervencions dels facilitadors i de les facilitadores amb l'activitat dels participants, veiem que el model d'intervenció mínim coincideix en alguns casos amb activitats no exitoses per part de l'alumnat, principalment en les primeres intervencions analitzades (Figura 49). Ja sigui per la manca de diagnosi per part del facilitador, fet que comporta l'existència d'intervencions fora de la ZDP dels participants, per les intervencions de tipus logístic o per la curta durada de les mateixes, el cert és que en les primeres intervencions corresponents al primer model d'intervenció el resultat de l'activitat dels participants resulta en abandonament per part dels participants.

Aquests resultats, ens semblen apuntar cap a la necessitat de concebre el paper dels facilitadors i de les facilitadores com un paper més actiu del que el seu propi nom podria suggerir. En línia amb el que apunta Couso (2014) es tracta de plantejar un model de facilitació més "activador" que "facilitador". Al nostre parer, el caràcter lúdic i lliure del Tinkering, així com el paper central que tenen tant els materials com els espais, s'ha confós sovint amb la necessitat d'una facilitació

que deixi llibertat absoluta als participants. En canvi, la nostra visió és la d'una facilitació que, d'una banda, sigui capaç de trobar l'estructura d'una activitat no estructurada com el Tinkering i, de l'altra, promogui la reflexió entorn a la mateixa. En aquest sentit, les intervencions de diagnosi que porten a terme les facilitadores que s'inscriuen en els models de canvi i de reflexió permeten garantir que les intervencions es donen en el sentit i en el nivell que corresponen al moment de l'activitat en què es troben els nens i les nenes. Alhora, coincidim amb Mader (2016) quant a la centralitat que ha de tenir la reflexió en el procés de Tinkering. Entenem, doncs, que un model de facilitació activa que promogui la reflexió en línia amb el que es dona amb les facilitadores del tercer model seria el model de facilitació ideal per a una activitat tinkering. El nostre estudi, per tant, desvetlla una tensió en els enfocaments makers en educació: un mateix paraigües que es defineix com a un enfocament on l'aprenentatge no està garantit ni regulat (Halverson & Sheridan, 2014) inclou activitats com el Tinkering en què el paper dels facilitadors i de les facilitadores es considera rellevant i que, com evidencia el nostre estudi, pot marcar la diferència entre un aprenentatge superflu i un aprenentatge més profund, basat en la reflexió.

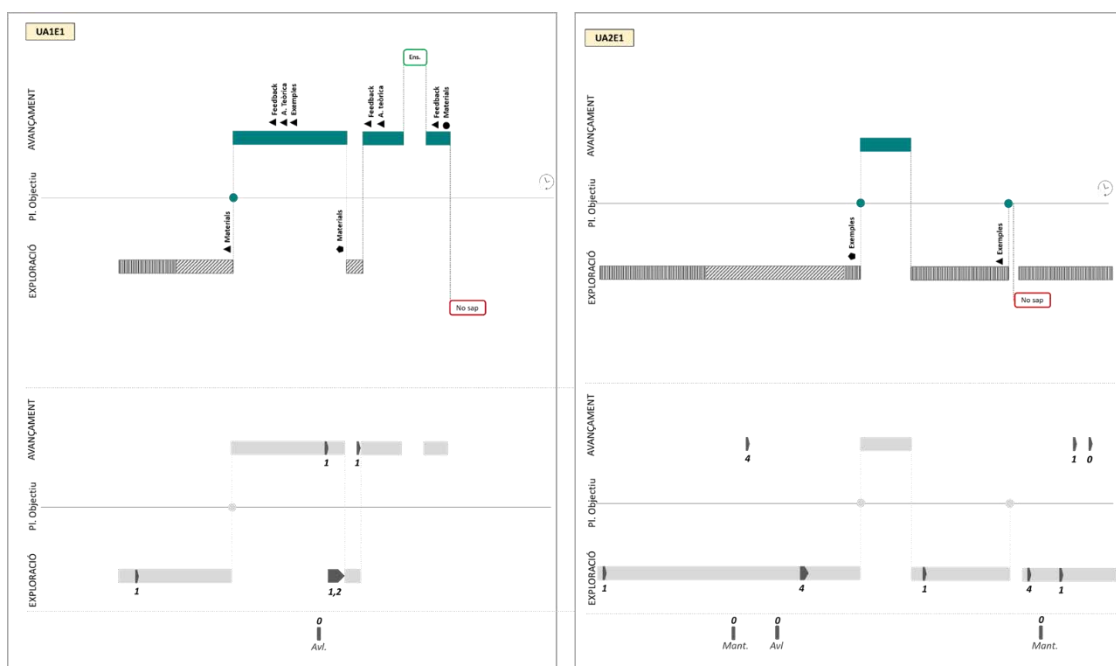


Figura 49. Activitat dels participants vs. Model d'intervenció del facilitador (Perfil 1)

Cal destacar, però, que els resultats de l'Estudi 2 suggereixen una evolució dels models d'intervenció dels facilitadors i facilitadores al llarg del temps. Ja sigui per l'experiència o per la reflexió portada a terme en la formació en la que van participar els facilitadors i les facilitadores, el cert és que els models d'intervenció inicial s'han anat modificant. En alguns casos, com en el cas del Biel, per exemple, el grau d'intervenció s'ha anat fent més actiu. Alhora, els mateixos facilitadors i facilitadores confirmen aquesta evolució. En el cas del perfil de reflexió, les facilitadores confirmen haver evolucionat quant a la seva capacitat de fer front a una activitat poc estructurada com la que es dona al Tinkering. Aquests resultats recolzen, d'una banda, la visió de Tran (2007) quant a les dificultats del personal de museu per a trobar l'equilibri entre els objectius d'aprenentatge que es volen obtenir i la naturalesa de lliure elecció de les interaccions sense caure en models d'intervenció més tancats. De l'altra, però, els resultats

també suggereixen la possibilitat de pensar en una camí d'evolució dels facilitadors i facilitadores, de perfils menys actius i més centrats en la part física dels espais Tinkering (com el model d'intervenció mínim) a uns perfils més actius i centrats en la reflexió entorn al procés que es porta a terme a través del Tinkering (el que correspondria al model d'intervenció de reflexió del nostre estudi).

Per tant, la proposta de caracterització de les visions i dels models d'intervenció sorgida d'aquest Estudi 2 té valor per dos motius. D'una banda, permet pensar en el plantejament d'un marc comú per als facilitadors/es (comunicació, formació...). Tal com apuntava Tran (2008) la gran diversitat d'experiències prèvies, coneixements i expertesa existent entre el personal dels museus pot donar lloc a una multiplicitat de pràctiques i terminologies que poden dificultar la comunicació amb altres persones dins i fora de l'activitat que porten a terme. Entendre les diverses visions que es poden tenir sobre el Tinkering i la influència que aquestes poden exercir en els models d'intervenció, poden ajudar a harmonitzar la consciència de la comunitat de facilitadors/es per tal de treballar de forma més alineada amb els objectius esperats. Alhora, el camí d'evolució entre els models d'intervenció mínims i els models d'intervenció de reflexió podrien ajudar a plantejar models de formació per a aquesta comunitat de facilitadors i facilitadores.

Amb tot, els resultats de l'Estudi 2 confirmen en alguns casos i complementen en d'altres els escassos resultats que existeixen fins al moment en relació al paper dels facilitadors i de les facilitadores en contextos Tinkering. No hi ha dubte que els models identificats (mínim, canvi o reflexió) aporten un matís a la proposta de Wang i col·legues (2013) que incloïa la idea de facilitació intensiva-extensiva sense especificar exactament en què consistia aquesta gradació. Alhora, i centrant-nos en el model de facilitació definit per la gent de l'Exploratorium, la categorització utilitzada en la nostra anàlisi permetria classificar les idees que s'hi exposen separant-les segons la seva naturalesa. Així, la idea de modelitzar, convidar i acollir faria referència al rol dels facilitadors/es mentre que les preguntes del tipus "què passaria si" i la complexificació i la reflexió tindrien a veure amb la intenció dels facilitadors/es de promoure canvis i fer reflexionar respectivament.

CAPÍTOL 7.

CONCLUSIONS I IMPLICACIONS

7.1 Conclusions i limitacions dels estudis

En aquest apartat volem sintetitzar les principals conclusions dels estudis portats a terme en el sí de la nostra recerca. Alhora, reflexionem sobre les seves limitacions i busquem els punts de connexió entre els quatre estudis per tal d'extreure unes conclusions generals de la nostra recerca.

Abans d'entrar en aquesta discussió, però, volem destacar la singularitat de cadascun dels estudis portats a terme. I és que la recerca que s'ha realitzat en aquesta tesi ha permès **aprofundir en aspectes que, fins al moment, s'havien abordat de forma conjunta i, sota el nostre parer, amb poca profunditat**. En l'àmbit de l'anàlisi del paper del Making en l'educació es destaca la manca d'eines conceptuals per entendre el que s'hi aprèn, com es pot aprendre, i què es limita i es dona a través de la participació en aquestes activitats (Halverson & Sheridan, 2014). Si prenem com a exemple els pocs estudis realitzats fins al moment entorn al Tinkering, els resultats obtinguts en el context de l'Exploratorium –autodenominat líder mundial de l'enfocament Tinkering- suposen la referència principal sobre la qual argumentar les nostres conclusions. D'una banda, l'estudi realitzat per Petrich i col·legues (2013) resulta l'intent més sistemàtic per analitzar les propostes Tinkering. En el seu marc, que aborda les dimensions d'activitat, facilitació i context, els conceptes queden poc delimitats (en definir l'activitat es detallen com han de ser els materials) i no s'analitza la relació entre cadascuna de les dimensions. En el cas concret de la facilitació, el marc defineix tres accions concretes a realitzar, però no s'analitza la influència d'aquestes accions en el desenvolupament de l'activitat de l'activitat. Alhora, i seguint l'estela d'aquesta recerca, Bevan i col·legues (2015) s'acosten a l'aprenentatge esperat en una activitat tinkering, però ho fan amb una proposta de les possibles dimensions d'aprenentatge que resulta poc concreta.

Els nostres estudis, en canvi, han buscat destriar les diverses dimensions que configuren el Tinkering, separant i analitzant en profunditat el Tinkering com a espai o context físic, el Tinkering com a proposta metodològica i el Tinkering com a activitat en la que participar. Alhora, els estudis també han permès recollir evidències sobre quina pot ser una activitat tinkering amb més potencial per a l'aprenentatge, des de la perspectiva de les pràctiques científiques i de l'enginyeria, així com identificar models d'intervenció dels facilitadors/es que poden actuar com a mediadors entre el Tinkering (com a espai, proposta metodològica i activitat) i el seu potencial d'aprenentatge.

- La singularitat dels estudis portats a terme en el marc d'aquesta Tesi rau en l'**aprofundiment** que es fa en aspectes fins al moment abordats de forma conjunta i supèrflua i en l'intent d'identificar **la relació i la influència** dels uns sobre els altres:
 - la caracterització **física i material** del Tinkering
 - l'especificació del Tinkering com a **proposta metodològica**
 - la descripció del Tinkering com a **activitat**
 - el **potencial d'aprenentatge** del Tinkering
 - els possibles **models de facilitació**

7.1.1 Sobre la caracterització del Tinkering com a espai (Estudi 1.1)

Malgrat que el Tinkering es defineix sovint en termes físics i, per tant, en relació a com és un espai Tinkering (quins materials i fenòmens s'hi troben), el cert és que existeix una certa volubilitat a l'hora d'etiquetar una proposta educativa com a Tinkering. En aquest sentit, les **quatre dimensions emergides de l'anàlisi per a definir la "tinkerabilitat" que permeten o promouen un espai, conjunt de materials o context físic Tinkering** - diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar, ludificació, possibilitat de prova/testeig i promoció del treball col·laboratiu/cooperatiu- resulten especialment útils per a delimitar de forma més concisa si un context físic/material es pot considerar Tinkering (en el sentit de promoure l'ús de metodologies i el desenvolupament d'activitats tinkering) o no. Alhora, els resultats de l'Estudi 1.1 han permès **validar** aquest model en un espai tinkering concret.

L'aplicació d'aquest model ha estat útil per comparar les diverses zones analitzades, detectant diferències entre aquestes en el context Tinkering analitzat i permetent entendre així la influència que poden tenir les dimensions i categories proposades. Aquesta anàlisi permet, per tant, identificar els **punts febles, en termes de "tinkerabilitat"**, d'un context físic/material per al Tinkering i plantejar alternatives per tal de solventar-los.

La nostra recerca, però, no ha permès explorar el fenomen més enllà de les característiques presents en el **context d'estudi**.

- L'Estudi 1.1 ha permès **proposar i validar un model que ajuda a avaluar la "tinkerabilitat"** dels contextos físics i materials etiquetats com a espais Tinkering en termes de: grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar, grau de ludificació, grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) i grau de promoció del treball col·laboratiu /cooperatiu
- Aquest model resulta especialment útil per a poder **comparar** diferents espais Tinkering i **identificar-ne els punts febles** en termes de "tinkerabilitat"
- La validació d'aquest model s'ha vist **limitada per les característiques concretes de l'espai analitzat**

7.1.2 Sobre la caracterització del Tinkering com a proposta metodològica (Estudi 1.2)

L'Estudi 1.2 ha confirmat que les **quatre dimensions** proposades per a caracteritzar la "tinkerabilitat" d'un espai Tinkering són **útils també per valorar la proposta metodològica** amb què s'acompanya aquest espai, caracteritzada per l'ambient lúdic que es promou, la sensació de llibertat, la promoció de la col·laboració, la forma en què es presenten els materials,... Amb descriptors específics per a cada dimensió, els resultats de l'Estudi 1.2 han permès separar la proposta metodològica de l'espai, posant de relleu la importància que pot tenir la proposta metodològica en termes d'aprofitament o desapropiament del potencial de "tinkerabilitat" i per tant d'aprenentatge d'un espai Tinkering.

D'altra banda, la caracterització de la proposta metodològica feta en l'Estudi 1.2 confirma que aquesta proposta metodològica no es materialitza només en el discurs oral (el què es diu explícitament als nens i a les nenes en el transcurs de l'activitat) sinó també en el discurs implícit que depèn de com es juga amb les característiques físiques d'un espai Tinkering, per exemple, el fet de deixar exemples o la forma concreta de posar els materials. En aquest sentit, l'Estudi 1.2 apunta cap a la idea que **un espai amb un elevat grau de "tinkerabilitat" pot veure potenciada o limitada la seva potencialitat per promoure l'activitat tinkering si no s'acompanya d'una proposta metodològica adient**, tant pel que fa als missatges explícits com implícits.

- En l'Estudi 1.2 s'ha confirmat que les **quatre dimensions** proposades per a caracteritzar la "tinkerabilitat" d'un espai tinkering són útils també per **valorar la proposta metodològica** amb què s'acompanya aquest espai: grau de diversitat dels materials, dispositius i fenòmens amb els que treballar, grau de ludificació, grau de possibilitat de testeig/prova (feedback) i grau de promoció del treball col·laboratiu /cooperatiu
- Els resultats posen de relleu la **importància que pot tenir la proposta metodològica** en potenciar o limitar les característiques intrínseques d'un espai tinkering
- L'Estudi 1.2 confirma que aquesta proposta no es basa només en la paraula sinó també en com es juga amb les característiques físiques d'un espai tinkering: **un espai amb un elevat grau de "tinkerabilitat" pot veure limitat la seva potencialitat si no s'acompanya d'una proposta metodològica adient**

7.1.3 Sobre la caracterització del Tinkering com a activitat (Estudi 1.3)

La descripció del Tinkering com a activitat trobada en la literatura està centrada principalment en destacar el caràcter lúdic i lliure del Tinkering com a procés iteratiu de creació. No existeix, però, cap descripció detallada de com es desenvolupa aquesta activitat, ni quin format té un possible cicle de creació tinkering ni de com els participants evolucionen al llarg del mateix. En aquest sentit, **l'Estudi 1.3 ha permès identificar una estructura** (exploració-plantejament d'objectiu-avançament cap a l'objectiu) que fins ara no s'havia explicitat i que esdevé una mena d'ulleres que permeten analitzar un tipus d'activitat que, per naturalesa, es planteja com a desestructurada. Com hem vist, aquesta estructura pot ser **potencialment útil no només per a descriure l'activitat, sinó per actuar-hi des de la facilitació i/o activació i per a avaluar-la i plantejar millores en les propostes educatives Tinkering**, ja que dóna idea de com jugar amb els materials i la proposta metodològica per tal que l'activitat tingui unes o unes altres característiques (materials que fomentin l'exploració, propostes que plantegin un tipus d'objectiu específic, tipus d'accions a promoure,...). Alhora, un altre aspecte que ha permès destacar l'estructura d'activitat identificada és la **manca de reflexió** explícita espontània en l'activitat dels participants, evidenciant-se la naturalesa primordialment "hands-on" del Tinkering.

Més enllà d'aquesta estructura marc, en l'Estudi 1.3 s'ha obtingut una **proposta de caracterització de les activitats** que ajuda a evidenciar la participació diversa dels nens i de les nenes en cadascuna de les fases i a interpretar, en cada cas, els canvis que es donen dins d'una mateixa fase i entre fases, **identificant els mecanismes que els provoquen**. D'una banda, aquesta caracterització ha permès identificar patrons d'activitat. Aquests **patrons**, que troben en el cicle d'exploració-plantejament objectiu-avançament la unitat bàsica, donen una idea de la potencialitat de les activitats Tinkering per a fer que els nens i les nenes guanyin **expertesa en el procés de disseny**, especialment quan els reptes plantejats resulten suficientment complexos per a promoure el perfeccionament al seu voltant.

D'altra banda, l'Estudi 1.3 ha permès constatar que tant els **agents com els mecanismes** de canvi són diversos, destacant-se una diferència entre el rol dels propis **nens i nenes** (més basat en la prova i error típic d'un enfocament "hands-on") respecte al que mostren els **adults**, de caire més reflexiu i més enfocat també a una activitat tinkering de tipus "minds-on".

- L'Estudi 1.3 ha resultat en una **proposta d'estructura útil per analitzar què succeeix al llarg d'una activitat** tinkering, a priori, desestructurada. Així, una activitat tinkering s'estructura en base a una **unitat bàsica** formada per les fases *d'exploració-plantejament objectiu-avançament*.
- L'estructura bàsica trobada ha posat de relleu la **manca d'una fase de reflexió** en les activitats Tinkering, on generalment no s'identifiquen estratègies metacognitives.
- Aquesta estructura pot ser **útil per a plantejar millores en les propostes Tinkering, ja que permet descriure el que passa, guiar l'actuació i avaluar-la** a partir de considerar la influència de les característiques de l'espai i de la proposta metodològica específics en les diverses fases.
- L'anàlisi en profunditat de cada una de les fases de l'activitat tinkering identificades ha permès **caracteritzar cada fase en termes de subfases, i descriure en detall com es desenvolupen** al llarg de l'activitat tinkering. Per a la fase d'exploració, les subfases són el coneixement dels materials, el coneixement de l'ús dels materials i dispositius i la utilització dels materials i dispositius, mentre que pel que fa als objectius s'ha identificat que aquests poden ser funcionals, investigatius o artístics/estètics, influenciant així en les pràctiques potencials que es poden donar en la fase d'avançament cap a l'objectiu.
- L'estudi ha servit per identificar diferents **patrons** d'activitat tinkering que es relacionen amb el **guany d'expertesa dels participants quant al procés de disseny**: el patró bàsic *d'exploració-plantejament objectiu-avançament*, el patró d'*evolució* i el patró de *perfeccionament*.
- S'evidencia **l'existència de diversos motius que propicien els canvis** entre fases, com dins d'una mateixa fase, entenent-se aquests com els agents (els mateixos participants, els iguals o els adults (facilitadors o mestres i acompanyants) i els mecanismes que hi incideixen (resultat de les proves, anàlisi teòrica dels resultats, exemples d'altres, materials i plantejament d'un repte)
- L'Estudi 1.3 ha constatat el **diferent rol que tenen els diversos agents de canvi**: mentre els nens i les nenes es basen més en mecanismes de tipus prova-error (molt amb la idea de "**hands-on**") els adults busquen també un cert grau d'anàlisi i reflexió ("**minds-on**")

7.1.4 Sobre el potencial d'aprenentatge del Tinkering (Estudi 1.4)

Tal com apuntàvem en la introducció d'aquestes conclusions, el potencial d'aprenentatge de les propostes educatives Tinkering resta encara pendent d'estudiar en profunditat. L'Estudi 1.4 plantejat en aquesta recerca ha permès ampliar les evidències que es tenen fins al moment quant al potencial d'aprenentatge de les activitats tinkering que es desenvolupen en espais i amb propostes metodològiques d'elevada "tinkerabilitat". En concret, **l'Estudi 1.4 ha evidenciat que el Tinkering pot ser una proposta educativa efectiva per promoure la participació en pràctiques de l'enginyeria i les científiques**. Aquest resultat és molt rellevant, doncs a la literatura no existeixen encara gaires resultats d'aquest nivell de profunditat. En aquest sentit, i malgrat confirmar-se el potencial del Tinkering per a fer propostes d'integració en l'àmbit STEAM, l'Estudi 1.4 confirma que **les pràctiques promogudes són primordialment les de l'enginyeria i, en menor mesura, de les científiques**. L'Estudi 1.4 posa de manifest que, tot i existir oportunitats per a abordar objectius més investigatius, aquestes oportunitats no s'aprofiten. Malgrat tot, els resultats semblen evidenciar que la participació en les pràctiques, ja siguin de les ciències o de l'enginyeria, es fa **de forma poc profunda**.

Centrant-nos en les pràctiques de l'enginyeria, l'Estudi 1.4 sembla apuntar cap al **valor diferencial del Tinkering com a proposta educativa** enfront a d'altres metodologies. Tal com es destaca en la discussió de resultats de l'estudi, el Tinkering **promou un tipus de pràctiques que sovint, i malgrat la seva rellevància, tenen un paper reduït en l'educació en enginyeria o tecnologia**. Així, la possibilitat de concebre solucions diverses de forma creativa i poder seleccionar la solució òptima a partir dels recursos disponibles es revela com a central en el procés de disseny seguit pels participants en el Tinkering i és, de fet, un aspecte definitori de les pràctiques de l'enginyeria en què participen els nens i les nenes a través del Tinkering.

Ahora, els resultats de l'Estudi 1.4 semblen suggerir que, a mida que l'alumnat es va involucrant en una proposta Tinkering **es va tornant més experts** en el procés de disseny. Aquesta expertesa implica la creixent presència de certes pràctiques, com la d'anàlisi, i la **interrelació entre totes les pràctiques en joc**. Per exemple, el fet que es doni aquesta pràctica d'anàlisi promou que se'n doni una altra com seria la d'argumentació.

Mentre aquests resultats quant al potencial d'aprenentatge del Tinkering des d'una perspectiva de pràctiques científiques i de l'enginyeria resulta molt interessant, el cert és que l'Estudi 1.4 no ha abordat certs aspectes que també podrien ser necessaris d'estudiar. D'una banda, l'Estudi 1.4 **no ha entrat a desgranar en profunditat les subpràctiques que es donen dins de cada pràctica** identificada. Analitzar aquestes subpràctiques ajudaria a entendre aquesta manca de profunditat a la que ens referíem abans i permetria un major matís en els resultats. De l'altra, en l'estudi **no s'han explorat els aprenentatges en termes de continguts conceptuals clau, ni tampoc dels epistèmics**, ja siguin de les ciències o de l'enginyeria, malgrat que els resultats semblen suggerir que aquests no es donen de manera satisfactòria.

- L'Estudi 1.4 ha permès **aprofundir en el potencial d'aprenentatge** del Tinkering des d'una perspectiva concreta: la de les pràctiques científiques i de l'enginyeria.
- Es **confirma el potencial** de l'espai per a promoure la participació en aquestes pràctiques en nens i nenes.
- En les activitats tinkering **primordialment es donen les pràctiques de l'enginyeria**, tot i existir punts de partida interessants per a les pràctiques científiques que podrien enfatitzar-se o profunditzar-se a posteriori.
- Dins de les pràctiques de l'enginyeria, en destaquen algunes per sobre de les altres. Precisament, el nostre estudi sembla apuntar cap al **valor diferencial del Tinkering com a proposta educativa on es fomenten pràctiques de l'enginyeria sovint oblidades** en les propostes d'educació formal, com per exemple el plantejament de solucions diverses.
- Alhora, l'Estudi 1.4 també suggereix que, a mida que els nens i les nenes van participant en el Tinkering, **van incloent pràctiques en la seva activitat i apunta a l'existència d'una interrelació** entre aquestes pràctiques (p.e.: si els alumnes analitzen, poden argumentar).
- Aquesta evolució sembla confirmar un **guany d'expertesa en el procés de disseny** per part dels nens i de les nenes participants en una activitat tinkering que es desenvolupa en un espai i amb una metodologia tinkering que permet elevada tinkerabilitat.
- L'Estudi 1.4, però, **no ha abordat** dos aspectes que podrien ser claus quant a l'aprenentatge: **l'aprofundiment en cadascuna de les pràctiques identificades** i l'anàlisi de l'aprenentatge de **continguts conceptuals o epistèmics** per part dels nens i de les nenes.

7.1.5 Sobre el paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering (Estudi 2)

El darrer dels estudis portats a terme en aquesta Tesi ha permès valorar el paper de la intervenció adulta en una activitat tinkering, en concret dels facilitadors i de les facilitadores, en el desenvolupament i qualitat de l'activitat Tinkering de nens i nenes. Aquest és un aspecte que, sens dubte, pot marcar la diferència en les activitats tinkering. Específicament, l'Estudi 2 ha permès establir unes **dimensions per identificar les visions dels facilitadors i de les facilitadores** quant a què és el Tinkering, quins poden ser els seus objectius educatius, quines necessitats poden tenir els nens i les nenes i quin ha de ser el seu paper com a facilitadors i facilitadores. En aquest sentit, l'estudi ha evidenciat que **existeixen visions força diverses que posen l'accent en aspectes diferents**, entre dos extrems que van de visions que se centren més en la **part física o material del Tinkering** (el Tinkering com a espai i conjunt de materials concret) i com aquest promou *per se* una certa activitat a visions que se centren més en la promoció d'una bona activitat tinkering, és a dir, **en el procés de participació en pràctiques de l'enginyeria, la ciència o l'art**.

La caracterització d'aquestes visions ha permès identificar **tres models d'intervenció**: un model **mínim** (centrat en el Tinkering com a espai, en el context físic i material i basat en el "deixar fer"), un model de promoció del **canvi** (centrat en el tinkering com a proposta metodològica i activitat que busca provocar canvis en l'activitat dels nens i de les nenes) i un model de **reflexió** (que busca, a més a més, promoure la reflexió entorn a l'activitat tinkering que s'hi desenvolupa). Aquesta proposta de caracterització de les visions i dels models d'intervenció té valor per dos motius. D'una banda, permet pensar en el **plantejament d'un marc comú per als facilitadors** d'un tipus d'activitat que acostuma a ser difícil pel seu caràcter lliure i per la diversitat de perfils que porten a terme les tasques de facilitació. D'altra banda, la caracterització portada a terme permet **traçar un camí d'evolució dels facilitadors**, de perfils menys activadors i més centrats en gestionar la part física dels espais Tinkering a uns perfils més activadors i centrats en la reflexió entorn al procés que es porta a terme a través del Tinkering que pot ser inspiradora per a **models de formació**.

- L'Estudi 2 ha permès establir unes **dimensions per identificar les visions dels facilitadors i de les facilitadores** quant a què és el Tinkering, quins poden ser els seus objectius educatius, quines necessitats poden tenir els nens i les nenes i quin ha de ser el seu paper com a facilitadors i facilitadores.
- Els resultats de l'Estudi 2 han evidenciat que existeixen **visions** que posen l'accent en aspectes diferents visions: d'aquelles centrades en la **part física o material del Tinkering** a aquelles que se centren més en el **procés de participació en pràctiques** de l'enginyeria, la ciència o l'art.
- La caracterització d'aquestes visions ha permès identificar **tres models d'intervenció**: un model **mínim**, un model de promoció del **canvi** i un model de **reflexió**.
- Aquesta caracterització de les visions i dels models d'intervenció resulta interessant perquè, permet pensar en el **plantejament d'un marc comú per als facilitadors** i que **pot ser inspiradora per a models de formació**.

7.1.6 Conclusions transversals

Més enllà del valor individual de cadascun dels estudis, considerem important destacar la relació que pot haver entre els mateixos i el valor que pot tenir aquesta relació a l'hora de, per exemple, descriure, analitzar, dissenyar o evaluar una proposta educativa Tinkering, tan a l'àmbit formal com no formal. Tal com es reflecteix en la Figura 50, cadascun dels estudis ha abordat aspectes complementaris del Tinkering. L'Estudi 1.1 ha permès reflexionar entorn a les característiques que ha de tenir un espai tinkering per tal que, acompanyada d'una proposta metodològica específica com la caracteritzada en l'Estudi 1.2, pugui conduir a promoure una activitat concreta amb les característiques evidenciades en l'Estudi 1.3 i que tingui com a objectiu fomentar un tipus de pràctiques (Estudi 1.4), mentre que l'Estudi 2 estableix les bases per identificar els aspectes clau que ha de tenir la facilitació per tal que l'activitat tingui lloc tal i com s'espera per tal d'assolir els aprenentatges esperats.

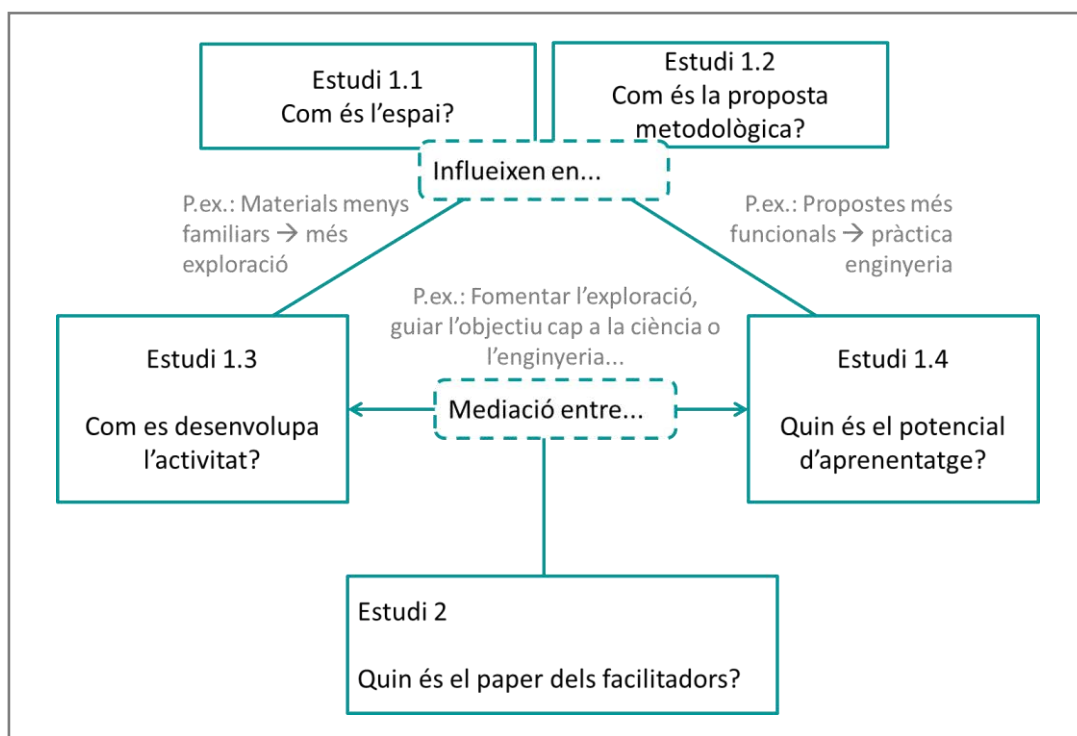


Figura 50. Influència dels resultats dels estudis

Així, la nostra recerca ha evidenciat com un *espai Tinkering* amb unes característiques concretes i acompanyat per una *proposta metodològica* específica, ambdues d'elevada "tinkerabilitat", pot influir en l'*activitat tinkering* desenvolupada pels nens i nenes participants, promovent un tipus d'objectiu o un altre (més funcional, més investigatiu) i, en conseqüència, presentant un *potencial d'aprenentatge* per a unes pràctiques de la ciència i de l'enginyeria en concret. Alhora, també ha mostrat quins *models d'intervenció* dels facilitadors/s poden donar-se i ser potencialment més efectius per assolir aquests objectius.

En primer terme destaquem les que considerem són dues grans aportacions de la nostra recerca: **l'analitzar per separat les diverses dimensions del Tinkering** (com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat) i el **plantejar una estructura bàsica per a una activitat tinkering** (exploració-plantejament d'objectiu-avançament cap a l'objectiu). Sens dubte, el separar en les diverses dimensions proposades ha ajudat a **aprofundir en cadascuna d'elles, aportant així un**

coneixement més complex sobre el Tinkering. Aquest aprofundiment ha permès reconèixer, per exemple, les **relacions existents entre les diverses dimensions** del Tinkering. Aquesta relació s'ha pogut **dotar de significat gràcies a l'estructura proposada** per a una activitat tinkering. Així, hem pogut veure com el tipus de material i la proposta metodològica amb la que s'acompanya incideix en el tipus d'activitat que es porta a terme pels nens i per les nens: amb més o menys exploració, amb un tipus o un altre d'objectiu,...

D'igual forma, la caracterització del Tinkering basada en l'aprofundiment d'aquestes dimensions ha **ajudat a interpretar els resultats en termes de potencial d'aprenentatge**. En aquest sentit, les pràctiques que més es promouen i el nivell de profunditat amb el que es donen troben la seva justificació en les característiques específiques del context Tinkering analitzat. Alhora, la caracterització proposada en l'Estudi 1 ha fet possible analitzar de forma més profunda les **visions dels facilitadors i facilitadores**, entenent la influència que pot tenir una **visió més focalitzada en alguna de les dimensions del Tinkering** (com la part física o material del mateix) en els **models d'intervenció** dels facilitadors i facilitadores i en com es desenvolupa, per tant, una activitat.

En resum, entenem que els resultats de la nostra recerca són **potencialment beneficiosos per dissenyar i implementar propostes educatives Tinkering i per plantejar-ne propostes de canvi o millora**, identificant estratègies que puguin analitzar i incidir en aspectes de naturalesa diferent, sovint tractades de manera conjunta: la part material, la proposta metodològica i l'activitat que s'hi desenvolupa, així com la facilitació-activació que s'hi pot realitzar. D'una banda, permeten avançar **com la modificació d'alguna de les variables que defineixen cada dimensió del Tinkering pot influir en la resta**. Per exemple, la inclusió de certs materials (com instruments de mesura) i una proposta metodològica i intervenció adulta orientada a la indagació podria incidir el potencial d'aprenentatge, promovent en major mesura una activitat on es participi més en les pràctiques científiques. També permeten **posar en relleu la importància jerarquitzada d'aquestes dimensions** del Tinkering, on la part material, sovint en la que s'inverteixen més recursos tant econòmics com humans, no és realment la més important: es podria dissenyar una proposta tinkering d'elevada qualitat en termes de potencial d'aprenentatge utilitzant simplement materials diversos en una caixa, sempre que aquests permetin elevada tinkerabilitat i la proposta metodològica i l'activació adulta fos adient. Per últim, l'estructura d'activitat tinkering resulta molt útil a l'hora de **permetre als facilitadors i facilitadores actuar com a mediadors** entre les diverses dimensions, ajudant-los a saber on i com incidir i promovent fer una intervenció més estructurada, diagnosticant en quin punt s'està i identificant cap a on es pot anar i com.

- La nostra recerca ha resultat en tres grans aportacions que suposen un coneixement més complex sobre el Tinkering: la **separació de les diverses dimensions del Tinkering** (com a espai, com a proposta metodològica i com a activitat), el plantejament d'una **estructura per a l'activitat tinkering** i la **identificació de la facilitació-activació** que s'hi pot realitzar.
- La separació de les diverses dimensions del Tinkering i la proposta d'estructura per a una activitat han permès **reconèixer i dotar de significat a les relacions existents** entre els diversos aspectes que caracteritzen el Tinkering
- La caracterització del Tinkering proposada en l'Estudi 1 de la nostra recerca ha ajudat a **interpretar els resultats en termes de potencial d'aprenentatge** i ha fet **possible analitzar de forma més profunda les visions dels facilitadors** en l'Estudi 2, entenent la influència que pot tindre una visió més focalitzada en alguna de les dimensions del Tinkering (com la part física o material del mateix) en els **models d'intervenció** dels facilitadors.
- Els resultats de la nostra recerca són **potencialment beneficiosos per dissenyar i implementar** propostes educatives Tinkering **i per plantejar propostes de canvi o millora** de contextos Tinkering, identificant estratègies que puguin analitzar i incidir en aspectes de naturalesa diferent: la part física o material, la part metodològica i la part d'activitat.
- D'una banda, permeten avançar com la **modificació d'alguna de les variables que defineixen cada dimensió del Tinkering pot influir** en la resta. De l'altra, permeten posar en relleu la **importància jerarquizada d'aquestes dimensions** del Tinkering. Finalment, l'estructura d'activitat tinkering resulta molt útil a l'hora de **permetre als facilitadors i facilitadores actuar com a mediadors** entre les diverses dimensions

7.2 Conclusions i limitacions metodològiques

Més enllà de les conclusions transversals i específiques de cada estudi, en aquest apartat de conclusions volem comentar també les conclusions referent al disseny de la recerca. La recerca portada a terme en el si d'aquesta Tesi plantejava diversos reptes a nivell metodològic. D'una banda, es tracta d'un estudi realitzat en un context educatiu no formal. Tal com apuntàvem en el nostre marc teòric, existeix una manca de cos acadèmic i de propostes metodològiques per a tal d'incrementar els resultats de recerca que es tenen en relació a aquests contextos educatius. En aquest sentit, considerem que la nostra recerca ha estat exitosa quant a la integració de marcs teòrics i metodològics de llarga tradició en l'àmbit formal. Malgrat algunes dificultats trobades (com els mètodes emprats per a la recollida de dades), els constructes metodològics dissenyats per a la recerca es poden considerar apropiats i aplicables a recerques similars a la nostra, de caràcter exploratori i en contextos no formals. De l'altra, la recerca se centra en un fenomen (el Tikering) de recent existència i que, per tant, manca de referents teòrics o metodològics contrastats per al seu estudi.

En termes generals, el **paradigma interpretatiu** s'ha revelat adient per a donar resposta a les preguntes plantejades. Tal com apuntàvem anteriorment, malgrat que també s'ha fet un primer incís en l'impacte del context estudiat, aquesta recerca ha buscat principalment comprendre el què i el com del mateix. En aquest sentit, i donat l'incipient coneixement que es tenia del fenomen estudiat, l'enfocament **etnogràfic** basat en **estudis de cas** ha resultat **exitós** com a orientació metodològica. Aquest enfocament ha permès anar construint coneixement a mida que s'interpretava allò que anava succeint. El caràcter exploratori de la nostra recerca ha trobat, per tant, en la metodologia qualitativa seleccionada un bon model metodològic per copsar el màxim d'informació possible i poder així seleccionar aquella més rellevant per a donar resposta als estudis plantejats.

Quant a la **recollida de dades**, la recerca multinivell (espai, activitat, metodologia i interacció) plantejada en aquesta Tesi ha requerit de diversos mètodes complementaris però alhora adaptades a la naturalesa del nivell corresponent. Amb les **notes de camp** com a font basal de dades al llarg de tota la recerca, l'ús de **fotografies** ha esdevingut clau per a la caracterització del nivell "espai". En canvi, els **enregistraments en àudio i vídeo** han resultat cabdals per tal d'amplificar la capacitat de la investigadora a l'hora de recollir les dades. Tal com s'apuntava al justificar el marc metodològic, la discontinuïtat del discurs que es dona en els contextos no formal, i en especial en les activitats no estructurades, requereix d'unes dades que puguin ser tractades posteriorment per a donar cohesió als diversos components del discurs. En aquest sentit, l'estratègia d'enregistrament audiovisual s'ha confirmat com la idònia per a dur a terme aquesta cohesió, malgrat que amb certes limitacions. En el cas concret de la nostra recerca, el caràcter desestructurat de l'activitat i el propi disseny espai al del context estudiat han **dificultat l'obtenció d'unes dades de qualitat a nivell de so**. Per la seva banda, les **entrevistes** portades a terme han permès arribar al nivell més profund de la nostra recerca, matisant el caràcter interpretatiu de la recerca amb les interpretacions d'alguns dels protagonistes analitzats.

Finalment, i pel que fa a l'**anàlisi de les dades**, la diferent naturalesa dels nivells estudiats ha portat a utilitzar de nou metodologies diverses. Les metodologies més **descriptives** han resultat adients per a la caracterització dels espais, mentre que aquelles més **interpretatives**, basades en l'anàlisi del discurs, i en concret, el discurs multimodal s'han utilitzat per anar aprofundint en l'estudi, des de l'activitat fins a les interaccions entre les persones. Val a dir que aquesta combinació d'enfocaments ha estat un repte a l'hora de porta a terme la recerca ja que la nostra tradició és primordialment interpretativa i basada en les interaccions socials....

En aquest sentit, l'esforç portat a terme per a conciliar marcs de diverses disciplines (educació formal, arquitectura...) ha resultat fructífer per tal de proposar unes **dimensions, categories i descriptors** que, considerem, poden ser útils en d'altres contextos educatius no formals tant per a caracteritzar els espais com, des d'una perspectiva socio-constructivista, caracteritzar les interaccions que es donen en aquests contextos i en el cas específic de les STEM, l'aprenentatge de la ciència i de l'enginyeria.

- El **paradigma interpretatiu** i el marc metodològic **qualitatiu** en forma d'estudi de cas proposat en la nostra recerca es confirma com a un **bon enfocament** per a realitzar una recerca exploratòria en un context educatiu no formal com la que es planteja en aquesta Tesi. Malgrat això, s'han identificat certes **limitacions** en la metodologia de **recollida de dades basada en l'enregistrament audiovisual** lligades al caràcter desestructurat de l'activitat analitzada.
- Les **dimensions, categories i descriptors** proposats per a les diverses anàlisis portades a terme contribueixen a **enriquir** l'actualment encara escàs panorama de recerca en l'àmbit de l'educació no formal, en especial pel que fa a l'ensenyament de les STEM, però també de forma general pel que fa a la perspectiva socio-constructivista en la recerca en contextos no formals.

7.3 Reflexions sobre l'interès i la continuïtat de la recerca

En un context en què l'educació STEM està guanyant protagonisme, el Making ha sorgit com una metodologia central a l'hora d'abordar aquesta educació. Propostes com el Tinkering es veuen com una alternativa que pot facilitar el desenvolupament de les pràctiques STEM des d'una perspectiva integradora. La falta d'evidències, però, fa que aquestes expectatives restin encara més com a promeses que no com a beneficis reals d'aquests enfocaments maker de l'educació STEM. En aquest sentit, la nostra recerca ha posat llum sobre aquests nous enfocaments, oferint per al cas concret del Tinkering un marc en el qual basar el disseny, implementació i avaluació de propostes basades en el Tinkering.

En aquest sentit, creiem que els resultats de la nostra recerca suposen un punt d'inici a partir del qual plantejar d'altres estudis rellevants per tal d'ampliar el coneixement que tenim quant als enfocaments maker en l'educació STEM. D'una banda, creiem que els marcs proposats (dimensions i categories) per a caracteritzar la tinkerabilitat d'una proposta educativa Tinkering concreta (el Creativity) així com l'estructura d'una activitat, poden ser útils de ser aplicats en d'altres contextos Tinkering o inclús en contextos de l'àmbit de l'educació STEM que puguin tenir algunes característiques similars (p.ex.: els espais de lliure circulació d'educació infantil). Alhora, creiem necessari plantejar recerques que es focalitzin en aspectes que s'han destacat en el nostre estudi. Per exemple, l'aprofundiment en cadascuna de les pràctiques desenvolupades per els nens i les nenes, amb la idea del grau de profunditat amb què es dona cadascuna d'elles i en quines condicions, ha estat una de les idees que s'han destacat com a interessants de seguir investigant. De la mateixa forma, l'anàlisi dels moments de reflexió que es donen (o que potencialment es poden donar) en una activitat tinkering suposen un context de recerca interessant de ser explorat i que pot contribuir a construir un cos de coneixement sobre el Tinkering (i el moviment Maker en general) que vagi una mica més enllà de la idea actual de *hands-on* i *descobriments* que caracteritza la majoria de referències que es fa a aquests enfocaments. Prendre en consideració i caracteritzar més en profunditat els models d'intervenció per part dels adults identificats en la nostra recerca que poden promoure aquesta reflexió (analitzant, per exemple, processos de formació de personal de contextos no formals) resulta també un àmbit en el que orientar futures possibles recerques.

Deixant de banda l'aplicabilitat dels nostres resultats en el plantejament de noves recerques, creiem també interessant destacar alguns aspectes abordats tangencialment en la nostra recerca i que podrien ser explorats en major profunditat. D'una banda, els nostres resultats han suggerit la necessitat d'aprofundir en el potencial de les propostes basades en el Tinkering quant a l'aprenentatge de continguts conceptuals o epistèmics (malgrat no ser un focus dels nostres estudis, en el resultat hem discutit les limitacions evidenciades al respecte). Alhora, si bé la nostra recerca s'ha centrat principalment en analitzar la interacció entre els nens i les nenes i els adults encarregats de facilitar l'activitat tinkering, el cert és que considerem igualment necessari l'analitzar tant la interacció entre els iguals com la interacció amb els adults acompanyants no experts en Tinkering (mestres o pares i mares). De forma similar, els nostres resultats han evidenciat que no tots els nens ni totes les nenes participen d'igual forma en una activitat tinkering. En aquest sentit, i seguint la idea de Resnick i Rosenbaum (2013) sobre la possible existència de diferents perfils (*tinkerer* vs. planificador) a l'hora d'afrontar una activitat tinkering, considerem interessant poder plantejar recerques que explorin l'eventual influència de diversos estils cognitius davant d'activitats més obertes com el Tinkering. Alhora, i en línia amb els interessos vigents per promoure l'educació STEM entre les nenes, sota el nostre parer seria molt interessant analitzar de forma comparativa la participació de nens i de nenes en

propostes Tinkering, incloent factors com el nivell educatiu, de forma similar a com ja han fet d'altres autors en contextos d'educació no formal (veure Diamond, 1994) . I és que, tot i no haver-se inclòs en la nostra recerca, les nostres observacions ens han suggerit una lleugera divergència entre nens i nenes en la disponibilitat de participar en una activitat tinkering a mida que s'incrementava l'etapa educativa. Finalment, malgrat que la nostra recerca s'ha centrat en les pràctiques científiques i de l'enginyeria, el cert és que s'ha fet des d'una perspectiva d'educació STEM que considera que les matemàtiques han de tindre un paper rellevant. En aquest sentit, creiem que seria molt enriquidor poder plantejar recerques que explorin el pensament, conceptes i pràctiques matemàtics que poden donar-se en un context Tinkering on potencialment les matemàtiques hi tenen un lloc (probabilitat quan es fan camins equiprobables per les bales, temes de proporcionalitat i simetria en equilibrar pesos i jugar amb les ombres,...).

Cal incidir, però, en el fet que la nostra recerca s'ha vist limitada pel context en el qual s'ha portat a terme (no s'han analitzat, per exemple, diversos contextos Tinkering, no s'han pogut analitzar els participants en més d'una sessió,...) i també pel context de la pròpia recerca en si que ha limitat, per exemple, el temps en el qual s'han recollit les dades. En aquest sentit, considerem interessant poder pensar en recerques que puguin aprofundir en l'impacte d'aprenentatge, analitzant per exemple l'impacte a llarg termini. Això implicaria quant a, per exemple, poder avaluar en quina mesura l'alumnat és capaç de transferir els aprenentatge a d'altres contextos (com s'apliquen les pràctiques de l'enginyeria o científiques davant de noves situacions,...).

Adicionalment al què investigar, creiem que la nostra recerca obre la porta també a seguir aprofundint en com analitzar un tipus de context educatiu com els basats en el Tinkering. En aquest sentit, la nostra recerca ha evidenciat el reptes encara existents quant a la recollida de dades en contextos tan desestructurats i oberts com el Tinkering. Malgrat que en la nostra recerca l'estratègia de recollida de dades basada en enregistrament d'imatge i àudio de forma fixa ha resultat suficient, considerem que d'altres tècniques com l'ús de les anomenades càmeres d'acció (tipus GoPro) poden resultar una alternativa útil per facilitar una recollida de dades de qualitat. Alhora, trobem interessant la proposta que fan Andre i col·legues (2017) quan plantegen utilitzar un marc com el de la recerca basada en el disseny per (DBR) (Design Based Research Collective, 2003), àmpliament usat en contextos formals però incipient en contextos no formals, per a tenir una visió més holística de la influència dels diversos factors presents en un procés d'aprenentatge (incloent el disseny de l'espai físic i les interaccions). Si bé en la nostra recerca hem analitzat també aquests factors, el fet és que ho hem fet de forma "estàtica", sense modificar-ne cap variable per tal de poder valorar l'eventual efecte en l'impacte global de la proposta.

Més enllà de tot el que fa referència al Tinkering, la nostra recerca ha incidit de forma específica en la idea de les pràctiques de l'enginyeria. En aquest sentit, considerem molt necessari el seguir explorant propostes que promoguin aquestes pràctiques (siguin o no basades en el Tinkering) alhora que apostem per treballs que desenvolupin de manera més específica i concreta les idees centrals de l'enginyeria. Creiem fermament que la recerca en la didàctica de l'enginyeria és un àmbit amb un elevat potencial de desenvolupament i que la recerca pot beneficiar-se del plantejament d'estudis que es focalitzin en aquesta disciplina.

CAPÍTOL 8.

BIBLIOGRAFIA

- Achiam, M., & Sølberg, J. (2017). Nine meta-functions for science museums and science centres. *Museum Management and Curatorship*, 32(2), 123–143. <http://doi.org/10.1080/09647775.2016.1266282>
- Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference? In *Constructivism: Uses and Perspectives in Education*. <http://doi.org/10.1.1.132.4253>
- Adúriz-Bravo, A. (2008). Un modelo de ciencia para el análisis epistemológico de la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Perspectivas Educativas*, 1, 1–34.
- Affeldt, F., Tolppanen, S., Aksela, M., & Eilks, I. (2017). The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 13–25. <http://doi.org/10.1039/C6RP00212A>
- Alfageme, M. B., & Martínez, N. (2007). Un Modelo Pedagógico en un Contexto No Formal: El Museo. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 15(21), 2–19.
- Allen, B., & Hessick, K. (2011). *The classroom environment: the silent curriculum*. Retrieved from <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1032&context=psycdsp>
- Alterator, S., & Deed, C. (2013). Teacher adaptation to open learning spaces. *Issues in Educational Research*, 23(3), 315–330.
- An, D. (2013). *A Meta-Analysis of the Effectiveness of STEM-Programs in the United States*.
- Andrade, T. M. de C. e S. R. de. (2011). *Space and Pedagogy. Three school models in Germany*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Andre, L., Durksen, T., & Volman, M. L. (2017). Museums as avenues of learning for children: a decade of research. *Learning Environments Research*, 20(1), 47–76. <http://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>
- Antoniadou, V. (2017). Collecting, organizing and analyzing multimodal data sets: the contributions of CAQDAS. In *Qualitative approaches to research on plurilingual education* (pp. 435–450). Research-publishing.net. <http://doi.org/10.14705/rpnet.2017.emmd2016.640>
- Archer, L. (2013). *Young people's science and career aspirations, age 10 –14. ASPIRES Final Report*.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922–948. <http://doi.org/10.1002/tea.21227>
- ASEE. (2016). *Envisioning the Future of the Maker Movement: Summit Report*. American Society for Engineering Education. Retrieved from <https://www.asee.org/documents/papers-and-publications/papers/maker-summit-report.pdf>
- Ash, D. (2007). Using video data to capture discontinuous science meaning making in non-school settings. *Video in Research in the Learning Sciences*, 207–226.
- Astor-Jack, T., Whaley, K. L. K., Dierking, L. D., Perry, D. L., & Garibay, C. (2007). Investigating socially mediated learning. In *In Principle, in Practice: Museums as Learning Institutions*

(pp. 2017–228).

- Ateş, Ö., & Eryilmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 4–25.
- Back, S. M. (2016). The Application of Transdisciplinary Theory and Practice to STEM Education. In *Handbook of Research on Technology Tools for Real-World Skill Development*. <http://doi.org/10.4018/978-1-4666-9441-5.ch003>
- Bagiati, A., Yoon, S. Y., Evangelou, D., Magana, A., Kaloustian, G., & Zhu, J. (2015). The landscape of PreK-12 engineering online resources for teachers : global trends. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <http://doi.org/10.1186/s40594-014-0015-3>
- Baker, D., & Krause, S. (2007). How Well Do Tinkering and Technical Activities Connect Engineering Education Standards with the Engineering Profession in Today's World? In *American Society for Engineering Education Annual Conference*.
- Baker, D., Krause, S., & Purzer, S. Y. (2008). Developing an instrument to measure tinkering and technical self-efficacy in engineering. In *American Society for Engineering Education Conference*.
- Baker, L. (2006). Observation: A Complex Research Method. *Library Trends*, 55(1), 171–189. <http://doi.org/10.1353/lib.2006.0045>
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Vittorio, C. G., & Pastorelli, C., A. (2001). Self-efficacy beliefs as shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development*, 72, 187–206.
- Banning, J., & Folkestad, J. E. (2012). STEM Education Related Dissertation Abstracts : A Bounded Qualitative Meta-study. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 730–741. <http://doi.org/10.1007/s10956-011-9361-9>
- Banqué, N., Calafell, G., & Bonil, J. (2013). Construyendo el perfil competencial de los educadores de museos y centros de ciencia. Comunicación. *IX Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias*, 266–269.
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion*. Portsmouth, NH.
- Bargalló, I. J. (2016). *Preservice teacher knowledge application: from model-centred instruction to lesson plan design*. Universitat de Vic.
- Barron, B. (2007). Video as a tool to advance understanding of learning and development in peer, family, and other informal learning context. In R. Goldman, R. D. Pea, B. Barron, & S. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 159–187). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Beach, D., Bagley, C., & M. da Silva, S. (2018). *The Wiley Handbook of Ethnography of Education*. Wiley.
- Beaumont, L. (2010). *Developing the Adult Child Interaction Inventory. A Methodological Study*.
- Bergman, D. (2015). Comparing the Effects of Classroom Audio-Recording and Video-Recording on Preservice Teachers' Reflection of Practice. *The Teacher Educator*, 50(2), 127–144.
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75–103. <http://doi.org/10.1080/03057267.2016.1275380>

- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice. *Science Education*, 99(1), 98–120. <http://doi.org/10.1002/sce.21151>
- Bevan, B., Ryoo, J. J., Vanderwerff, A., Wilkinson, K., & Petrich, M. (2017). *Making Deeper Learners : A Tinkering Learning Dimensions Framework v2.0*.
- Beven, B. R. Q., & Raudebaugh, R. A. (2004). A Model for Unified Science and Technology. *Journal of Technology Studies*, 30(1), 10–15.
- Blackmore, J., Bateman, D., O’Mara, J., & Loughlin, J. (2011). *Litearature Review: The connections between learning spaces and learning outcomes: people and learning places?* Retrieved from <http://www.learningspaces.edu.au/docs/learningspaces-literature-review.pdf%5Cnhttp://www.deakin.edu.au/arts-ed/efi/seminars/2009.php>
- Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors* (pp. 1–21). Bielefeld: Transcript Publishers. Retrieved from <https://tltl.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/2013.Book-B.Digital.pdf>
- Blikstein, P., & Krannich, D. (2013). The Makers’ Movement and FabLabs in Education: Experiences, Technologies, and Research. *Idc ’13*, (April). <http://doi.org/10.1145/2485760.2485884>
- Blosser, P. E. (1975). *How to ask the right questions*. Arlington, VA: National Science Teachers Association. [http://doi.org/10.1016/S0142-0496\(09\)90085-6](http://doi.org/10.1016/S0142-0496(09)90085-6)
- Boddington, A., & Boys, J. (2011). *Re-Shaping Learning: A Critical Reader The Futures of Learning Spaces in Post-Compulsory Education*.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2006). *Tools of the Mind. The vygotskian approach to early childhood education. 2nd Edition*. Pearson.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2003). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods*. Allyn and Bacon.
- Bonsiepe, G. (2006). Design and Democracy. *Design Issues*, 22(2), 27–34. <http://doi.org/10.1162/desi.2006.22.2.27>
- Boon, M. (2006). How science is applied in technology. *International Studies in the Philosophy of Science*, 20(1), 27–47. <http://doi.org/10.1080/02698590600640992>
- Bowler, L., & Champagne, R. (2016). Mindful Makers: Question prompts to help guide young peoples ’ critical technical practices in maker spaces in libraries , museums , and community-based youth organizations. *Library and Information Science Research*, 38(2), 117–124. <http://doi.org/10.1016/j.lisr.2016.04.006>
- Boyatzis, R. E. (1998). *Transforming Qualitative Information: Thematic Analysis and Code Development*.
- Bradbeer, C., Mahat, M., Byers, T., Cleveland, B., Kvan, T., & Imms, W. (2017). *The “state of play” concerning New Zealand’s transition to innovative learning environments: preliminary results from phase one of the ILETc project*. *Journal of Educational Leadership and Practice* (Vol. 32).
- Brahms, L., & Crowley, K. (2016). Making Sense of Making: Defining Learning Practices in MAKE Magazine. In K. Peppler, E. Halverson, & Y. Kafai (Eds.), *Makeology Makers as Learners*

- (Volume 2) (pp. 13–28). Routledge.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <http://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Britton, L. (2012). The makings of maker spaces, part 1: Space for creation not just consumption. Retrieved August 2, 2018, from <http://www.thedigitalshift.com/2012/10/public-services/the-makings-of-maker-spaces-part-1-space-for-creation-not-just-consumption/>
- Brooke, H., & Solomon, J. (1998). From playing to investigating: research in an Interactive Science Centre for primary pupils. *International Journal of Science Education*, 20(8), 959–971. <http://doi.org/10.1080/0950069980200804>
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090606.55>
- Brückmann, M., Duit, R., Tesch, M., Fischer, H., Kauertz, A., Reyer, T., ... Labudde, P. (2007). The Potential of Video Studies in Research on Teaching and Learning Science. In *Contributions from Science Education Research* (pp. 77–89).
- Buechley, L. (2013). *Closing address. FabLearn Conference, Stanford University, Palo Alto, CA.*
- Bunge, M. (2017). *Philosophy of Science: Volume 1, From Problem to Theory* (Revised Ed).
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering Practices in K–12 Classrooms. *Science Teacher*, 78(9), 34–40. <http://doi.org/10.3917/rac.023.0226>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Byers, T., Imms, W., & Hartnell-Young, E. (2014). Making the Case for Space: The Effect of Learning Spaces on Teaching and Learning. *Curriculum and Teaching*, 29(1), 5–19. <http://doi.org/10.7459/ct/29.1.02>
- Calafell, G. (2010). *L'emergència del diàleg disciplinar com a oportunitat per incorporar la complexitat en l'educació científica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Carter, V. R. (2013). Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education.
- CESIRE-Aulatec. (n.d.). *Procés Tecnològic*.
- Chan, S. (2014). Using Videos and Multimodal Discourse Analysis to Study How Students Learn a Trade. *International Journal of Training Research*, 11(1), 69–78.
- Chilisia, B., & Kawulich, B. (2012). Selecting a Research Approach: Paradigm, Methodology, and Methods. In *Doing Social Research A Global Context* (pp. 51–61). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Barbara_Kawulich/publication/257944787_Selecting_a_research_approach_Paradigm_methodology_and_methods/links/56166fc308ae37cfe40910fc/Selecting-a-research-approach-Paradigm-methodology-and-methods.pdf
- Christensen, K. S., Hjorth, M., Iversen, O. S., & Blikstein, P. (2016). Towards a formal assessment of design literacy: Analyzing K-12 students' stance towards inquiry. *Design*

- Studies*. <http://doi.org/10.1016/j.destud.2016.05.002>
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B., & Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 11–19. <http://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.08.002>
- Clarke, D. (2014). *Disciplinary Inclusivity in Educational Research Design: Permeability and Affordances in STEM Education*. Invited keynote at the International STEM conference, Vancouver, July 2014. Retrieved from <https://npjscilearncommunity.nature.com/users/37523-russell-tytler/posts/16236-stem-curriculum-as-a-site-of-contestation>
- Cohen, D., & Crabtree, B. (2006). Qualitative Research Guidelines Project. Retrieved from <http://www.qualres.org/index.html>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education*.
- Couso, D. (2009). *Science Teachers' Professional Development in Contexts of Educational Innovation: Analysis of three initiatives*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía).
- Couso, D. (2015). La clau de tot plegat: la importància de “què” ensenyar a l'aula de ciències. *Revista Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 29–36.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 34, 22–28.
- Couso, D., & Simarro, C. (in press). STEM education through the epistemological lens: Unveiling the challenge of STEM transdisciplinarity. In *Handbook on STEM Education*.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th Ed.)*. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The Informed Design Teaching and Learning Matrix - ProQuest. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797. <http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching Engineering Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197–210. <http://doi.org/10.1007/s10972-014-9380-5>
- Davidsson, E., & Jakobsson, A. (2012). *Understanding interactions at Science Centers and Museums. Approaching Sociocultural perspectives*. (E. Davidsson & A. Jakobsson, Eds.).
- De Villiers, M. R. (2005). Three approaches as pillars for interpretive Information Systems research: development research, action research and grounded theory. In *Proceedings of SAICSIT 2005* (pp. 111–120).
- Derry, S. J. (2007). *Guidelines for Video Research in Education: Recommendations from an Expert Panel*. *Guidelines for video research in education: Recommendations from an expert panel*. Retrieved from <http://drdc.uchicago.edu/what/video-research-guidelines.pdf>

Capítol 8. Bibliografia

- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., ... Sherin, B. L. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *Journal of the Learning Sciences, 19*(1), 3–53. <http://doi.org/10.1080/10508400903452884>
- Design Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher, 32*(1), 5–8.
- Diamond, J. (1994). Sex Differences in Science Museums: A Review. *Curator the Museum Journal, 37*(1), 17–24.
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson, D., & Ellenbogen, K. (2003). Policy Statement of the “Informal Science Education” Ad Hoc Committee. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(2), 108–111. <http://doi.org/10.1002/tea.10066>
- DiGiacomo, D. K., & Gutiérrez, K. D. (2015). Relational Equity as a Design Tool Within Making and Tinkering Activities. *Mind, Culture, and Activity, (October)*, 1–15. <http://doi.org/10.1080/10749039.2015.1058398>
- Dorie, B. L., Cardella, M. E., & Svarovski, G. N. (2014). Capturing the design thinking of young children interacting with a parent. In *School of Engineering Education Graduate Students Series*.
- Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations, 7*(3), 11–14. http://doi.org/10.1162/INOV_a_00135
- Drake, S. M., & Crawford, R. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. (A. for S. and C. Development, Ed.). VA, Alexandria.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher, 23*(7), 5–12.
- Duschl, R. A. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education, 32*(1), 268–291. <http://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Duschl, R. A. (2012). The Second Dimension— Crosscutting Concepts. *The Science Teacher, 79*(February), 34–38.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2012). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education, 22*(9), 2109–2139. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*.
- Dym, C. L., Agogino, A., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering Design Thinking , Teaching , and Learning. *Journal of Engineering Education, (January)*, 103–120. <http://doi.org/10.1109/EMR.2006.1679078>
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning, 7*(2), 63–74. http://doi.org/10.1007/978-3-319-24436-5_20
- Elliott, R., & Timulak, L. (2005). Descriptive and interpretive approaches to qualitative research. In *A Handbook of Research Methods for Clinical and Health Psychology* (pp. 147–157). <http://doi.org/10.1093/med:psych/9780198527565.001.0001>

- Engeström, Y., Miettinen, R., & Punamäki, R.-L. (1999). *Perspectives on Activity Theory*.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <http://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14), 1–18. <http://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science Education for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Retrieved from <http://legacy.lclark.edu/org/journal/>
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In *Handbook of research on teaching* (pp. 119–161).
- Erickson, F., & Gutierrez, K. (2002). Culture, Rigor, and Science in Educational Research. *Educational Researcher*, 31(8), 21–24. <http://doi.org/10.3102/0013189X031008021>
- Esterberg, K. G. (2002). *Qualitative Methods in Social Research*. McGraw-Hill. <http://doi.org/10.1177/107780049500100105>
- European Commission. (2012). *Responsible Research and Innovation*.
- European Commission. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*.
- Exploratorium. (2014). *Toy take apart*.
- Fàbregues Feijóo, S., & Paré, M.-H. (2010). *El grup de discussió i l'observació participant*.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Learning science from museums. *Historia, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12, 117–143. <http://doi.org/10.1590/S0104-59702005000400007>
- Fasko, D. (2001). Education and Creativity. *Creativity Research Journal*, 13(3–4), 317–327. http://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_09
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80–92. <http://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Fleming, L. (2015). *Worlds of Making: Best Practices for Establishing a Makerspace for Your School*. Corwin.
- Franssen, M., Lokhorst, G.-J., & van de Poel, I. (2018). Philosophy of Technology. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Garrido, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Universitat Autònoma de Barcelona. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/399837>
- Garrido, A., & Simarro, C. (2014). El nou marc d'avaluació de la competència científica PISA 2015: Revisió i reflexions didàctiques. *Revista Ciències . Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària i Secundària*, 28, 21–23.

Capítol 8. Bibliografia

- Gee, J. P. (2011). *An Introduction to Discourse Analysis. Theory and Method (3rd Ed.)* (Vol. 1). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. (2015). *Currículum d'Educació Primària*.
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. (2017). *Currículum Educació Primària*.
- Georgaca, E., & Avdi, E. (2011). Discourse Analysis. In A. Thompson & D. J. Harper (Eds.), *Qualitative research methods in mental health and psychotherapy: A guide for students and practitioners* (pp. 147–162). Wiley.
- Gierdowski, D. (2013). Studying Learning Spaces: A Review of Selected Empirical Studies. In *Cases on Higher Education Spaces: Innovation, Collaboration, and Technology* (pp. 14–39). <http://doi.org/10.4018/ijopcd.2013040106>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago, IL: Aldine.
- Grandy, R., & Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science and Education*, 16(2), 141–166. <http://doi.org/10.1007/s11191-005-2865-z>
- Greene, M. T., & Papalambros, P. Y. (2016). A cognitive framework for engineering systems thinking. In *Conference on Systems Engineering Research (CSER)*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/5f41/629356a56d2e78f77afe3daab4dc78c139cb.pdf>
- Grimalt, C. (2015). *La tecnologia a les classes de ciències de secundària: anàlisi dels processos de canvi en el professorat*. Universitat Autònoma de Barcelona. Retrieved from https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2016/hdl_10803_367210/cga1de1.pdf
- Guidoni, P. (1985). On natural thinking. *European Journal of Science Education*, 7(2), 133–140.
- Guisasola, J. (2013). Luces y sombras en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias fuera de la escuela. *IX Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica de Las Ciencias*, 1704–1707.
- Guisasola, J., & Morentin, M. (2007). Qué papel juegan las visitas escolares a los museos de ciencias en la aprendizaje de ciencia? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de Las Ciencias*, 25(3), 401–414.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504,563,565. <http://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (2007). *Ethnography: Principles in Practice (3rd Ed.)*.
- Hansson, S. O. (2007). What is technological science? *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 38(3), 523–527. <http://doi.org/10.1016/j.shpsa.2007.06.003>
- Hansson, S. O. (2015). Science and Technology : What They Are and Why Their Relation Matters. In *The Role of Technology in Science: Philosophical Perspectives* (pp. 11–24). <http://doi.org/10.1007/978-94-017-9762-7>
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*.
- Hatch, M. (2013). *The Maker Movement Manifesto. Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. The Maker Movement Manifesto*. New York, NY: McGraw-Hill. http://doi.org/10.1162/INOV_a_00135

- Hennessey, S. (1993). Situated Cognition and Cognitive Apprenticeship: Implications for Classroom Learning. *Studies in Science Education*, 22, 1–41.
- Hennessey, S. (2006). Integrating Technology into Teaching and Learning of School Science: a Situated Perspective on Pedagogical Issues in Research. *Studies in Science Education*, 42(1), 1–48. Retrieved from <http://www.informaworld.com/openurl?genre=article&doi=10.1080/03057260608560219&magic=crossref%7C%7CD404A21C5BB053405B1A640AFFD44AE3>
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *STEAM*, 1(2), 1–9. <http://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Herro, D. C., & Quigley, C. F. (2016). Teacher Perceptions of STEAM Practices: Professional Development Encouraging STEAM Teaching. Paper presented at the 2016 annual meeting of the American Educational Research Association. In *AERA Online Paper Repository*. Washington, D.C.
- Hofstein, A. V. I., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavitt, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5(32). <http://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education*. (Committee on Integrated STEM Education; National Academy of Engineering; National Research Council, Ed.). The National Academies Press. <http://doi.org/10.17226/18612>
- Honomichl, R. D., & Chen, Z. (2012). The role of guidance in children’s discovery learning. *WIREs Cognitive Science*, 3(December), 615–622. <http://doi.org/10.1002/wcs.1199>
- Hoogsteder, M., Maier, R., & Elbers, E. (1996). Adult-child interaction, joint problem solving and the structure of cooperation. In D. Faulkner, K. Littleton, & M. Woodhead (Eds.), *Cultural Worlds of Early Childhood* (pp. 179–195).
- ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. <http://doi.org/1887101020>
- Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12, 27–43. <http://doi.org/10.1023/A:1022698205904>
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de Las Ciencias*, 23(1), 111–122.
- Izquierdo, M. (2014). Los modelos teóricos en la enseñanza de las “ciencias para todos” (ESO, nivel secundario). *Biografía*, 7(13), 69–85.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de Las Ciencias, Número ext*, 79–91.
- Jackson, A. (2014). Makers: The New Industrial Revolution. Book Review. *Journal of Design History*, 27(3), 311–312. <http://doi.org/10.1093/jdh/ept048>
- Jenlink, P. M. (2015). STEM Teacher Education— Imagining a Metadisciplinary Future. *Teacher Education and Practice*, 28(2/3), 197–207.
- Jewitt, C. (2012). An introduction to using video for research An Introduction to Using Video

- for Research. *National Centre for Research Methods Working Paper*, 1–22.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science and Education*, 23(2), 465–484. <http://doi.org/10.1007/s11191-012-9561-6>
- Johnson, L. R. (2017). *Observations, fieldwork, and other data collection*.
- Jolly, J. L. (2009). The National Defense Education Act, Current STEM Initiative, and the Gifted. *Gifted Child Today*, 32(2), 50–53.
- Jones, R. H. (2013). Multimodal Discourse Analysis. In C. A. Chapelle (Ed.), *The Encyclopedia of Applied Linguistics*. Wiley.
- Karatas, F. O., Micklos, A., & Bodner, G. M. (2011). Sixth-Grade Students' Views of the Nature of Engineering and Images of Engineers. *Journal of Science Education and Technology*, 20(2), 123–135. <http://doi.org/10.1007/s10956-010-9239-2>
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. National Academies Press.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <http://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- King, D., & English, L. D. (2016). Engineering design in the primary school: applying stem concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2762–2794. <http://doi.org/10.1080/09500693.2016.1262567>
- Knapp, M. L., Hall, J. A., & Horgan, T. G. (2012). *Nonverbal Communication in Human Interaction (8th Ed.)*.
- Koester, M. (2016). Antidotes for STEM Education Malaise and Alienation. In *Paper presented at the 2016 annual meeting of the American Educational Research Association*.
- Kolb, S. M. (2012). Grounded theory and the constant comparative method : Valid research strategies for educators Grounded Theory and the Constant Comparative Method : Valid Research Strategies for Educators. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*, 3(1), 83–86.
- Kolmos, A., Du, X., & Holgaard, E. JetteJensen, L. P. (2008). *Facilitation in a PBL environment*. Centre for Education Research and Development. Retrieved from http://www.euronet-pbl.net/wp-content/uploads/2009/11/Facilitation_in_a_PBL_environment.pdf
- Krathwohl, D. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: an Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–225. Retrieved from <http://www4.uwsp.edu/education/lwilson/curric/newtaxonomy.htm>
- Kristian, N. (2017). *Active Prolonged Engagement (APE) in Towards a framework for exhibit design and evaluation*.
- Krupczak, J., Blake, J. W., Disney, K. A., Hilgarth, C. O., Libros, R., Mina, M., & Walk, S. R. (2012). *Defining engineering and technological literacy*. *Proceedings of the 2012 Annual Conference of the American Society for Engineering Education*. Retrieved from https://lib.dr.iastate.edu/ece_books/3/

- Laorden, C., & Pérez, C. (2002). El espacio como elemento facilitador del aprendizaje: una experiencia en la formación inicial del profesorado. *Pulso: Revista de Educación*, 25, 133–146. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=243780&info=resumen&idioma=SPA>
- Lapadat, J. C. (2010). Thematic Analysis. In A. J. Mills, G. Durepos, & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of Case Study Research* (pp. 926–927).
- Lehrer, R. (2016). *Perspectives on Integrating Elementary STEM Education. Paper delivered at the forum: Putting STEM Education under the microscope. Deakin University, Melbourne, October.*
- Leont'ev, A. N. (1981). *Problems of the development of the mind.*
- Liu, F., & Maitlis, S. (2010). Nonparticipant Observation. In *Encyclopedia of Case Study Research* (pp. 610–612). Sage.
- Lock, J., dos Santos, L. da R., Hollohan, P., & Becke, S. (2018). It's More Than Just Making: Insights into Facilitating Learning Through Making. *Alberta Science Education Journal*, 45(2), 10–16.
- Lucas, B., Hanson, J., & Claxton, G. (2014). *Thinking like an engineer: implications for the education system. A report for the Royal Academy of Engineering Standing Committee for Education and Training.* Retrieved from <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/thinking-like-an-engineer-implications-summary>
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ... Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541–546. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- Mader, A., & Dertien, E. (2016). Tinkering as method in academic teaching. In *International Conference on Engineering and Product Design Education* (pp. 240–245). Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84996590370&partnerID=40&md5=ce00ecbcbc2c2521faeabd8f21802b83>
- Marshall, J. A., & Harron, J. R. (2018). Making Learners : A Framework for Evaluating Making in STEM Education The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning Special Issue : Tinkering in Technology-Rich Design COntexts Making Learners : A Framework for Evaluating Making in STEM Educatio. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2).
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Javier, F., & Palacios, P. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education ? A review of literature. *Science Education*, (February). <http://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30–39. <http://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>
- Martín, R. B. (2013). Contextos de aprendizaje: formales, no formales e informales. *Ikastorratza, e-Revista de Didáctica*, (12), 1–13. Retrieved from http://0-dialnet.unirioja.es/catalog.uoc.edu/servlet/articulo?codigo=4786184&orden=1&info=link%5Cnhttp://0-dialnet.unirioja.es/catalog.uoc.edu/servlet/extart?codigo=4786184%5Cnhttp://www.ehu.es/ikastorratza/12_alea/contextos.pdf
- Martin, R., Sexton, C., Wagner, K., & Gerlovich, J. (1997). Major Elementary Science Program

Capítol 8. Bibliografia

- Models : In *Teaching science for all children*. Pearson.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrence: Constructing Modern Knowledge Press.
- Martire, A. (2017). *Innovación Mediática y Arquitectura escolar*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Mason, J. (2004). Semistructured Interview. In A. B. & T. F. L. Michael S. Lewis-Beck (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods* (pp. 63–66).
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. (2016). *2016 Massachusetts Science and Technology / Engineering Curriculum Framework*.
- Matthews, K. E., Andrews, V., & Adams, P. (2011). Social learning spaces and student engagement. *Higher Education Research and Development*, 30(2), 105–120. <http://doi.org/10.1080/07294360.2010.512629>
- Mcneill, D., Levy, E. T., & Duncan, S. D. (2015). Gesture in Discourse. In D. Schiffrin, D. Tannen, & H. E. Hamilton (Eds.), *Handbook of Discourse Analysis. 2n Edition*. (pp. 262–289). Blackwell. <http://doi.org/10.1002/9781118584194.ch12>
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education: Revised and Expanded from Case Study Research in Education*. Jossey-Bass.
- Merrill, C., & Daugherty, J. (2009). The Future of TE Masters Degrees: STEM. In *Meeting of the International Technology Education Association*. Louisville, KY.
- Michaels, S., Shouse, A. w., & Schweingruber, H. A. (2008). *Ready, Set, SCIENCE!* (D. of B. and S. S. and E. Board on Science Education, Center for Education, Ed.). Washington D.C.: The National Academies Press. <http://doi.org/10.17226/11882>
- Montgomery, S. E. (2014). Library Space Assessment: User Learning Behaviors in the Library. *Journal of Academic Librarianship*, 40(1), 70–75. <http://doi.org/10.1016/j.acalib.2013.11.003>
- NASA. (2007). *Lunar Plant Growth Chamber Deisgn Challenge*.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Social Sciences*.
- Nelson, D., & Annetta, L. A. (2016). Creating Disruptive Innovators: Serious Educational Game Design on the Technology and Engineering Spectrum. In L. Annetta & J. Minogue (Eds.), *Connecting Science and Engineering Education Practices in Meaningful Ways* (pp. 3–17). Springer.
- Neuman, W. L. (1997). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (3rd Editio). Allyn and Bacon.
- Next Generation Science Standards. (2013). *APPENDIX I - Key Definitions Engineering Design in the Next Generation Science Standards*. Retrieved from http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Appendix I - Engineering Design in NGSS - FINAL_V2.pdf
- Nicholson, S. (1972). The theory of Loose Parts. An important principle for design methodology. *Studies in Design Education Craft & Technology*, 4(2), 5–14. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Norström, P. (2014). *Technological knowledge and technology education*. Retrieved from

- <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-144875; urn:isbn:978-91-7595-078-5>
- Noss, R., & Clayson, J. (2015). Reconstructing constructionism. *Constructivist Foundations*, 10(3), 285–288.
- Nurani, L. M. (2008). Critical review of ethnographic approach. *Jurnal Socioteknologi*, 7(14), 441–447.
- O’Halloran, K. L. (2011). Multimodal Discourse Analysis. In K. Hyland & B. Paltridge (Eds.), *Companion to Discourse Analysis* (pp. 120–137). London.
- Obra Social “la Caixa”, FECYT, & Everis. (2015). *Estudio sobre vocaciones científicas. Evaluación del impacto de las acciones de divulgación en términos de promoción de vocaciones científico-tecnológicas*.
- OCDE. (2007). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow’s World. Executive Summary*.
- OECD. (2005). *The definition and selection of key competencies - Executive summary. DeSeCo*.
- OECD. (2013). *PISA 2015 DRAFT SCIENCE FRAMEWORK*.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*.
- Ornek, F. (2008). An overview of a theoretical framework of phenomenography in qualitative education research: An example from physics education research. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2).
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <http://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Osborne, J., & Dillon, J. (2007). Research on Learning in Informal Contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 29(January 2015), 1441–1445. <http://doi.org/10.1080/09500690701491122>
- Osborne, P. (2015). Problematizing Disciplinarity, Transdisciplinary Problematics. *Theory, Culture & Society*, 32(6), 3–35. <http://doi.org/10.1177/0263276415592245>
- Ostler, E. (2015). The conception and evolution of STEM: A brief historical perspective. In *STEM Education: An Overview of Contemporary Research, Trends, and Perspectives* (pp. 11–26).
- Oxman Ryan, J., P. Clapp, E., Ross, J., & Tishman, S. (2016). Making, Thinking, and Understanding: A Dispositional Approach to Maker-Centered Learning. In K. Peppler, E. Rosenfeld Halverson, & Y. B. Kafai (Eds.), *Makeology: Makers as Learners, Volumen 2*. Routledge.
- Pacione, C. (2010). Evolution of the mind: a case for design literacy. *Interactions*, 6–11. <http://doi.org/10.1145/1699775.1699777>
- Packer, M. J. (2018). *The Science of Qualitative Research (2nd Ed.)*.
- Painter, S., Fournier, J., Grape, C., Grummon, P., Morelli, J., Whitmer, S., & Cevetello, J. (2012). *Research on Learning Space Design : Present State , Future Directions*.
- Pastor, M. I. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educación no formal. *Revista Española de Pedagogía*, 220, 525–544.
- Pattison, S. A., & Dierking, L. D. (2013). Staff-mediated learning in museums: A social interaction perspective. *Visitor Studies*, 16(2), 117–143.

- <http://doi.org/10.1080/10645578.2013.767731>
- Petrich, M., Wilkinson, K., & Bevan, B. (2013). It looks like fun, but are they learning? In *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 50–70). Routledge.
- Piscitelli, B., Everett, M., & Weier, K. (2003). *Enhancing Young Children's Museum Experiences: A Manual for Museum Staff*.
- Project Zero. (2015). *Maker-centered learning and the development of self: Preliminary findings of the agency by design project*. Retrieved from http://www.agencybydesign.org/wp-content/uploads/2015/01/Maker-Centered-Learning-and-the-Development-of-Self_AbD_Jan-2015.pdf
- Queirós, A., Faria, D., & Almeida, F. (2017). Strengths and Limitations of Qualitative and Quantitative Research Methods. *European Journal of Education Studies*, 3(9), 369–387. <http://doi.org/10.5281/zenodo.887089>
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the Unknown": Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410–426. <http://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Quinn, H., & Bell, P. (2013). How designing, making, and playing relate to the learning goals of K-12 education. In M. Honey & D. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 17–33).
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348. <http://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Reeves, S., Peller, J., Goldman, J., & Kitto, S. (2013). Ethnography in qualitative educational research: AMEE Guide No. 80. *Medical Teacher*, 35(8). <http://doi.org/10.3109/0142159X.2013.804977>
- Rennie, L. J., & Johnston, D. J. (2004). The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Science Education*, 88(SUPPL. 1). <http://doi.org/10.1002/sce.20017>
- Resnick, M., & Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. In *Design, make, play: Growing the next generation fo STEM innovators* (pp. 163–181). Routledge.
- Richardson, A. L. (2008). Tinkering self-efficacy and team interaction on freshman engineering design teams. *ProQuest Dissertations and Theses*, 137. Retrieved from http://search.proquest.com.ezproxy.library.ubc.ca/docview/304686855?accountid=14656%5Cnhttp://gw2jh3xr2c.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQuest+Dissertations+&+Theses+Global&rft_val_fmt=info:ofi
- Richardson, C., & Mishra, P. (2018). Learning environments that support student creativity : Developing the SCALE. *Thinking Skills and Creativity*, 27(August 2017), 45–54. <http://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.11.004>
- Robelen, W. (2011). Experts Make Case for Adding Arts to STEM Goals are creativity and engagement. *Education Week*, 31(13), 8.
- Roca, M., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: Una propuesta de análisis. *Enseñanza de Las Ciencias*, 31(1), 95–114.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2012). *Qualitative Interviewing: The Art of Hearing Data (3rd Ed.)*. Sage.

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *Education*, 68(4), 20–27.
- Sanders, M. (2015). *The Original “Integrative STEM Education” Definition : Explained*.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school. *Science Education*, 90(4), 605–631. <http://doi.org/10.1002/sce.20131>
- Shaby, N., Assaraf, O. B. Z., & Tal, T. (2017). The Particular Aspects of Science Museum Exhibits That Encourage Students’ Engagement. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 253–268. <http://doi.org/10.1007/s10956-016-9676-7>
- Sharp, J. J. (1991). Methodologies for problem solving: An engineering approach. *The Vocational Aspect of Education ISSN:*, 42(114), 147–157. <http://doi.org/10.1080/10408347308003631>
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324.
- Sheridan, K., Halverson, E. R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505–532. <http://doi.org/10.17763/haer.84.4.brr34733723j648u>
- Simarro, C., & Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates ¿qué? *UNO . Didáctica de Las Matemáticas*, 81(Julio).
- Simarro, C., Couso, D., & Pintó, R. (2013). Indagació basada en la modelització : un marc per al treball pràctic. *Revista Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d’Infantil, Primària i Secundària*, 25.
- Sinclair, M. (1993). On the Differences Between the Engineering and Scientific Methods. *International Journal of Engineering Education*, 9(5), 358–361.
- Slain, A. (2011). Integrating the Curriculum. Retrieved March 21, 2019, from <https://ideastoimplement.wordpress.com/integrating-the-curriculum/>
- Smit, R. (2016). *The nature of engineering and science in curriculum: A case study in thermodynamics*.
- Surr, W., Loney, E., Goldston, C., Rasmussen, J., & Anderson, K. (2016). *From Career Pipeline to STEM Literacy for All. Exploring Evolving Notions of STEM*. Retrieved from www.midwest-cc.org%250Awww.midwest-cc.org%250Awww.midwest-cc.org
- Taber, K. (2013). *Classroom-based Research and Evidence-based Practice: An Introduction (2nd Ed.)*.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1998). *Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource. (3rd ed.)*. New York, NY: Wiley.
- Tessier, S. (2012). From field notes, to transcripts, to tape recordings: Evolution or combination? *International Journal of Qualitative Methods*, 11(4), 446–460. <http://doi.org/10.1177/160940691201100410>
- Testa, I., Lombardi, S., Monroy, G., & Sassi, E. (2015). Integrating Science and Technology in school practice through the educational reconstruction of contents. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences. Introducing the Science of Materials in European Schools*

(pp. 101–125).

- Thomas, G. (2008). Preparing facilitators for experiential education : the role of intentionality and intuition. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 8(1), 37–41. <http://doi.org/10.1080/14729670701573835>
- Tiberghien, A., & Sensevy, G. (2012). The nature of videos in science education. In *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (pp. 141–179).
- Tofteskov, J. (1996). *Projektvejledning: og organisering af projektarbejde*.
- Tomáš, J., & Seidel, T. (2009). *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom*. Waxmann.
- Torres, J. (1998). *Globalización e interdisciplinarietà: el curriculum integrado* (Ediciones).
- Tran, L. U. (2007). Teaching Science in Museums : The Pedagogy and Goals of. *Science Education*, 91, 278–297. <http://doi.org/10.1002/sce>
- Tran, L. U. (2008). The professionalization of educators in science museums and centers. *Journal of Science Communication*, 7(December), 1–6.
- University of Colorado. (n.d.). Teaching Engineering. Retrieved March 24, 2019, from www.teachengineering.org
- Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing and Health Sciences*, 15(3), 398–405. <http://doi.org/10.1111/nhs.12048>
- Van Schijndel, T. J. P., Franse, R. K., & Raijmakers, M. E. J. (2010). The exploratory behavior scale: Assessing young visitors' hands-on behavior in science museums. *Science Education*, 94(5), 794–809. <http://doi.org/10.1002/sce.20394>
- Vasquez, J. A. (2015). STEM Beyond the acronym. *STEM for All*, 72(4), 10–15.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation* (Vol. 55). The MIT Press. http://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2006.00192_2.x
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). *Whitepaper - Making and Tinkering : A Review of the Literature*. Retrieved from http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_089888.pdf
- Vossoughi, S., Escudé, M., Kong, F., & Hooper, P. (2013). Tinkering, learning & equity in the after-school setting. In *FabLearn*.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1–13. <http://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wang, J., Werner-Avidon, M., Newton, L., Randol, S., Smith, B., & Walker, G. (2013). Ingenuity in Action: Connecting Tinkering to Engineering Design Processes. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(1), 1–21. <http://doi.org/http://10.7771/2157-9288.1077>
- Wardrip, P. S., & Brahms, L. (2015). Learning Practices of Making : Developing a Framework for

- Design. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 375–378). <http://doi.org/10.1145/2771839.2771920>
- Warren, C. A. B. (2002). Qualitative interviewing. In J. F. Gubrium & J. A. Holstein (Eds.), *Handbook of Interview Research: Context and Method* (pp. 83–102).
- Warriner, D. (2008). Discourse Analysis and Educational Reserch. *Encyclopedia of Language and Education*.
- Williams, J. (2011). STEM Education : Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26–35.
- Williams, J. P. (2008). Nonparticipant Observation. In *Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (pp. 561–562). <http://doi.org/10.4135/9780857020109>
- Wolff, S. J. (2003). *Design Features of the Physical Learning Environment for Collaborative, Project-Based Learning at the Community College Level*. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED508970&site=ehost-live>
- Woods, M., Macklin, R., & Lewis, G. K. (2016). Researcher reflexivity: exploring the impacts of CAQDAS use. *International Journal of Social Research Methodology*, 19(4), 385–403. <http://doi.org/10.1080/13645579.2015.1023964>
- Woods, M., Paulus, T., Atkins, D. P., & Macklin, R. (2015). Advancing Qualitative Research Using Qualitative Data Analysis Software (QDAS)? Reviewing Potential Versus Practice in Published Studies using ATLAS.ti and NVivo, 1994–2013. *Social Science Computer Review*, 34(5), 1–21.
- Woolner, P., McCarter, S., Wall, K., & Higgins, S. (2012). Changed learning through changed space: When can a participatory approach to the learning environment challenge preconceptions and alter practice? *Improving Schools*, 15, 45–60. <http://doi.org/10.1177/1365480211434796>
- Worsley, M. (2014). *Making with understanding: Research on studies from a constructionist learning environment*.
- Yazan, B. (2015). Three approaches to case study methods in education : Yin , Merriam , and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134–152. Retrieved from <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR20/2/yazan1.pdf>
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research Design and Methods (5th ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yukhymenko, M. a, Brown, S. W., Lawless, K. a, Brodowinska, K., & Mullin, G. (2014). Thematic Analysis of Teacher Instructional Practices and Student Responses in Middle School Classrooms with Problem-Based Learning Environment. *Global Education Review*, 1(3), 93–109.
- Zagalo, N., & Branco, P. (2015). The creative revolution that is changing the world. In *Creativity in the Digital Age* (pp. 3–15).
- Zainal, Z. (2007). Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan*, 9. <http://doi.org/10.1177/15222302004003007>
- Zhao, P., Li, P., Ross, K., & Dennis, B. (2016). Methodological Tool or Methodology? Beyond Instrumentality and Efficiency with Qualitative Data Analysis Software. *Forum: Qualitative*

Capítol 8. Bibliografia

Social Research, 17(2). Retrieved from <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/2597>

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12–19. <http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

CAPÍTOL 9.

GLOSSARI

Activitat: allò en què s'involucren els nens i les nenes en un context educatiu, és a dir, les accions que porten a terme (allò que fan, parlen o pensen).

Cas: un nen o una nena (o un grup de nens i nenes) treballant en un espai determinat

Context: un espai on es porta a terme una activitat seguint una proposta metodològica específica.

Enginyeria: disciplina que té com objectiu intervenir en el món per donar resposta a problemes i necessitats de la societat i que es regeix per unes formes de fer, pensar i actuar concretes seguint unes pràctiques específiques

Espai: part física que defineix una proposta educativa. Inclou els elements físics i la seva distribució

Estudi de cas: descripció dels trets comuns que poden tenir els fenòmens o individus estudiats i que poden permetre fer una generalització i expansió dels resultats (Yin, 2014).

Facilitadors/es: persones encarregades de dinamitzar una activitat tinkering

Proposta (educativa): oferta educativa que es planteja en un context específic

Proposta metodològica: indicacions amb la que s'acompanya, es concep i es planteja una activitat en un espai per tal de promoure un ús específic de l'espai i els elements que el configuren.

Tecnologia: producte de l'activitat portada a terme en la disciplina de l'enginyeria

Tinkerabilitat: grau en què un espai o una proposta metodològica presenta les característiques destacades com a específiques del Tinkering

CAPÍTOL 10.

ANNEXOS

Annex I. Proposta d'idees clau per a l'enginyeria

| GenCat PRIMÀRIA | GenCat Secundària | ITEE | PROPOSTA | |
|---|--|--|---|--|
| | | Naturalesa de la Tecnologia | Naturalesa de l'enginyeria | Naturalesa de l'Enginyeria |
| Tecnologia i societat (relació, evolució històrica, impacte en vida i treball...) | Ecosistema i activitat humana | Tecnologia i societat | | Tecnologia i societat |
| | Procés tecnològic/Disseny i construcció d'objectes | Disseny (Understand/apply the Design) | | Procés tecnològic (pràctica de l'enginyeria) |
| | Desenvolupament de projectes Tecnològics/ Organització del Treball | | | Com és un/a enginyer/a? |
| Màquines simples i funció: eix roda, politja, pla inclinat, engranatges... | Màquines i mecanismes | | Coneixement i explotació de les tecnologies | Màquines i mecanismes |
| Eines | Procesos i transformacions tecnològiques a la vida quotidiana | Manufacturing Technologies | | Eines i processos de fabricació |
| Robòtica | Llenguatge de programació/Programació d'aplicacions | | | Sistemes amb un cert grau d'autonomia (robòtica, control i automatització) |
| | Control i automatització | | | |
| | Manteniment tecnològic. Seguretat, eficiència i sostenibilitat. | Use and maintain technological products and systems//Assess the impact of products and systems | | Ús (crític) i manteniment de les tecnologies |
| Materials i reciclatge | Materials | | Explotació dels recursos naturals | Materials i reciclatge |

| | | | | |
|-----------------------|---|--|--|--|
| Fonts/tipus d'energia | | Energy and power technologies | | Fonts i tipus d'energia |
| Circuits elèctrics | Electricitat | | | Ús de l'electricitat |
| | Pneumàtica i hidràulica | | | Pneumàtica i hidràulica |
| | Estructures | Construction technologies | Principals aplicacions social de les tecnologies | Estructures i tecnologies de construcció |
| | | Transportation technologies | | Mitjans de transport |
| | Habitatge | Construction technologies | | Habitatge |
| | Sistemes operatius/Creació multimèdia/ Informació digital | | | TICs |
| | Comunicacions/Di dispositius de comunicació i xarxes | Information and communication technologies | | |
| | | Tecnologies mèdiques | | Tecnologies mèdiques |
| | | Tecnologies d'agricultura/Biotecnologies | | Tecnologies d'agricultura/Biotecnologies |

Annex II. Notes de camp recollides entre setembre de 2015 i setembre de 2016

Sessions amb públic familiar

27/09/2015

Es fa una prova pilot per es Festes de la Mercè. L'espai no està encara situat en la seva ubicació definitiva, però s'han instal·lat alguns dels elements que en formaran part a l'altell. Hi ha panells per fer circuits de bales i d'engranatges., també un racó amb una pantalla i un llum per fer ombres (en aquest últim no hi va quasi ningú doncs és molt petit i queda molt arraconat). També hi ha una taula amb elements d'electricitat.

Els nens i les nenes juguen molt amb els elements dels circuits de bales, tant en els panells de forats com fora d'ells.

Sobre la gestió de la frustració: falta facilitador. Per exemple, en el cotxe que no es podia parar... Qui li fa pensar en la necessitat d'un interruptor?.

Segons els facilitadors, a l'espai d'engranatges no fa falta. Al de circuits, si.

Els pares, de vegades, fan de facilitadors (quan no prenen el protagonisme).

23/12/2015

11h

Fa quatre dies que s'ha estrenat l'espai.

Presentació per part de les monitores:

- No hi ha límits
- Pensar amb les mans
- Els reptes se'ls posa cadascú
- Zona de mecànica: Podeu construir circuits de tota mena. Imaginació al poder!
- Zona de vent: A veure si algú vol construir alguna nau que pugui volar. Construïu les vostres obres d'art (si vola que voli, que no voli...). (un nen pregunta: "però, com volarà?". Resposta: "després ho investigareu").
- Zona electricitat: Podeu fer circuits elèctrics
- Zona llum: Ombres: Podeu fer mil històries. Stop Motion: Podeu fer una pel·lícula amb un seguit de fotos
- Farem servir les mans i la nostra ment. Els últims moments els farem servir per tornar les coses a lloc.

Disposició dels espais:

- Hi ha premuntatges a tot arreu. Això fa que es donin situacions com la següent: (mare al seu fill que no sap què fer: "Mira ese modelo. Ahí tienes un modelo que es chulo!")

Sobre els espais:

- En començar, tots els participants es distribueixen per tots els espais, tot i que en el de l'electricitat quasi no hi va ningú. (veure si amb les notes de la Digna, Ruth, Raquel i Aida)

Capítol 10. Annexos

- A l'espai d'electricitat:

Un nen (l'únic que ha començat a fer alguna cosa) ha començat a treure tots els materials del carro. Com que no sap què fer, va a buscar a la monitora. El tipus de preguntes que fa aquesta són molt "indagatives": Què passa? Què la monitora es queda tota l'estona amb un dels grups del taller d'electricitat.

El material no funciona gaire → difícil "immediate feedback" → frustració dels participants.

- A l'espai de boles:

Uns avis i una nena molt petita. La nena té clarament el lideratge ("aquí el pal").

- Ombres i l'stop motion:

Els espais que tenen menys èxit. (a l'stop motion hi van els grans)

- Tub de vent: Una mare fa suggeriments de caire estètic a la seva filla, que està fent un quadre (enlloc de construir res que voli/suri). De fet, la mare també està fent coses artístiques.

Altres aspectes:

- No existeixen (no he detectat) preguntes per part de les facilitadores del tipus "què és el que volies fer?".
- En general, costa una mica arrencar.

Notes Aida:

- Tunel de vent:

Hi ha dibuixos als tubs que donen exemples de elements voladors (helicòpters, avions, globus aerostàtics, etc.).

Material conegut (tisora, paper de seda, cola, etc.).

Elements construïts del grup anterior.

Fase de joc: Material molt conegut que necessita poca exploració; Es miren els objectes ja construïts, de fet, proven si els que ja estaven volen; Coneixen molts elements que volen, de seguida ho relacionen; -Volen que alguna cosa voli, els agrada el túnel de vent que és allò desconegut i volen fer volar alguna cosa (objectes ja construïts).

Fase de disseny: La majoria volen un disseny funcional; De seguida el proven al túnel de vent; Nena que fa una flor amb paper de seda (disseny artístic); La manera amb la que vola és, en general, sobresortint per dalt; L'objectiu dels nens és que voli, la majoria no es plantegen com; Nen que vol que s'aguanti: -Ha volado demasiado!; Imiten objectes coneguts.

Fase final: La majoria aconseguen que el seu objecte voli, tenen sensació d'èxit; l'èxit és rotund, o vola o no; s'assoleix al final. No tenen èxits parcials.

Notes Raquel:

Primer dia Tinkering

- Sense límits
- Zona mecànica

- Zona de vent: Li diuen que han de construir coses que volin
 - Zona circuits elèctrics
 - Zona de llum
 - Zona stop motion
- 2 monitores – 41 persones
Zona electricitat

Monitora diu:

- no hi ha llum per tenim una llanterna
- Li dona el cable ella
- “necessitem electricitat”
- Li diu el color amb el color
- No els hi deixa massa autonomia
- El nen ha posat el negre al vermell, i s’ho diu, hauria de deixar que el nen s’equivoqués i vegi que no funcionava.
- Se’n va.
- La mare segueix amb aquests nens i li fa la pregunta de:
- ¿Per què creieu que s’imanta?
- La mare els hi diu: Tu has de decidir, jo et faig propostes.

Zona engranatge

Pare – nen

El pare li proposa fer rodar un engranatge que està lluny de la politja que té davant, creant tot un procés.

La nena es motiva i va a buscar material als carros.

El pare li guia com ho pot anar fent i la nena el segueix.

Monitors

Més que aturar-se amb els grups el que fan es fer alguna intervenció però se’n van de seguida i portar material. Deixen material a les taules sense dir res.

A vegades donen massa informació, o fan una bona pregunta però ràpidament li donen la resposta al nen sense esperar que responguin.

La zona més complicada perquè els nens construeixin autònomament és la zona de l’electricitat. Les més visitades són la de vent i la d’engranatge i mecànica.

03/01/2016

11h

Presentació per part de les monitores:

- Pensar amb les mans (tot i que la monitora matisa que pensar, pensem amb el cap!)
- Autonomia/libertat
- “Tenim materials que podeu trobar a casa (per si voleu continuar)”
- Zona de mecànica:
- Zona de vent: ja se’ls indica què poden fer (què han fet altres participants: que surti, que floti...).
- Zona electricitat: Teniu circuits, rodes, diferents maneres de fer electricitat...

Capítol 10. Annexos

- Zona llum:
- Mencionen que es pot fer fotografies/vídeos del que fabriquen, per a que puguin veure-ho a casa..

Disposició dels espais:

- Engranatges: no hi ha res
- Pinball: no hi ha res
- Tubs paret: hi ha un exemple

Sobre els espais:

- En començar, la majoria de gent va cap al d'electricitat (*pq no van cap als tubs de vent com l'altre dia? Potser perquè ja els ha dit que poden fer o que han fet altres participants?*)
- A les ombres no hi ha ningú

Observo 3 casos:

- 1) Pares amb bessons
- 2) Pare sol amb nen
- 3) Nen (fill de pares ex profes de CCs als EEUU)

| | 1 | Evidències | 2 | Evidències | 3 | Evidències | Comentaris |
|---|---|---|---|--|---|---|--|
| Motivació | | | | | | | |
| Contents | X | | X | | X | | Això és totalment interpretació. |
| Agrada | | | | | | | |
| No agrada | | | | | | | |
| Grau d'autonomia | | | | | | | |
| Suport tècnic | X | És d'aquells grups en què el nen diu el que vol i el pare/mare li facilita | | | X | Nen: "Necesito.... (s'ho mira de lluny) algo que yo mueva a qui... Vale, vale, ya lo sé! (i comença a demanar material a la seva mare). | |
| Suport sobre el procés | | | | | | | |
| Suport en l'aportació d'idees | | | X | | | | |
| Creativitat | | | | | | | |
| Funcional | X | | | * el nen diu " un poco de ambiente" (és a dir, finalment, opta per deixar d'intentar ajudar al seu pare i només fa servir el material per anar "decorant" el que fa el seu pare). | X | | |
| Artística | | | X | | | | |
| Grau d'enfocament (objectiu) | | | | | | | |
| Divertir-se | | | X | | | | |
| Crear | | | | | | | Diferència amb construir? |
| Construir | X | | | | X | | Diferència amb crear? |
| Aprendre | | | | | | | |
| Grau de diàleg | | | | | | | |
| Verbal | | | | | | | |
| No verbal | | | | | | | |
| Visual | | | | | | | |
| Multimodal | X | | X | | X | | |
| Grau de llibertat | | | | | | | |
| Total | X | | X | | X | | Aclarir què volem dir amb grau de llibertat (ho he interpretat com que |
| Semi-dependent | | | | | | | |
| Nul·la | | | | | | | |
| Rol (de l'infant) | | | | | | | |
| Actiu | X | Els nens agafen els materials que volen. Nen: "Això vull que sigui al principi!" | | | X | | |
| Passiu | | | X | | | | |
| Guiatge | | | | | | | |
| Total | | | X | El pare dirigeix molt. | | | |
| Parcial | X | El pare explica però deixa llibertat. Pare: "Fixa't com ho han fet allà...". Pare: "Mira tot el material que hi ha. Hi ha material que no has vist". | | | | | |
| Nul | | | | | X | | |
| Domini de l'acció | | | | | | | |
| Total | | | | | X | | |
| Parcial | X | | | | | | |
| Nul | | | X | El pare li desmonta el que ha fet el nen perquè no ho veu bé (sense comentar-li ni res). El nen es passa tota l'estona mirant el material, a veure si li pot aportar alguna cosa al seu pare que li sembli interessant. El pare li pregunta varies vegades "I això per a què és?" (però en to despectiu, sense aprofitar-ho).* | | | |
| Gestió de la frustració (Quan una cosa no li surt...) | | | | | | | |
| Abandona | | | X | | | | |
| Demana ajuda | X | | | | | | |
| Ho intenta d'una altra manera | | | | | X | | |
| Observa el treball de l'altre | X | | | | | | |
| Sensació d'èxit | ? | | ? | | X | | Això és totalment interpretació. Se'ls haria de preguntar. |
| S'arriba a un producte | X | | X | | X | | |
| Altres | | En un moment el pare comença a construir en un altre extrem (li proposa ajuntar el que faci ell amb el que està fent el nen). En aquest punt el nen ho deixa una mica (es despista mirant què fa el seu germà...). El pare ha de tornar a col·laborar amb el nen. Curiositat: aquest nen, que ho fa força bé, és actiu, té idees, no abandona... se'n va a veure varies vegades el que està fent el nen del cas 3. Al final han marxat perquè un grup ha invaiat una mica el seu espai (al final queda un supermuntatge, ajuntant el que han fet els bessos i el grup nou. Quasi tots els participants acaben las sessió al voltant d'aquest muntatge, jugant-hi...). | | | | És el nen que va fer una reacció en cadena bastant complexa (cistella que baixa per un fil, gravat per Raquel). | |

Transcripció de la graella anterior:

Cas 1

És d'aquells grups en què el nen diu el que vol i el pare/mare li facilita

Els nens agafen els materials que volen.

Nen: "Això vull que sigui al principi"

El pare explica però deixa llibertat.

Pare: "Fixa't com ho han fet allà...".

Pare: "Mira tot el material que hi ha. Hi ha material que no has vist".

En un moment el pare comença a construir en un altre extrem (li proposa ajuntar el que faci ell amb el que està fent el nen). En aquest punt el nen ho deixa una mica (es despista mirant què fa el seu germà...). El pare ha de tornar a col·laborar amb el nen.

Curiositat: aquest nen, que ho fa força bé, és actiu, té idees, no abandona... se'n va a veure varies vegades el que està fent el nen del cas 3.

Al final han marxat perquè un grup ha invaït una mica el seu espai (al final queda un supermuntatge, ajuntant el que han fet els bessos i el grup nou. Quasi tots els participants acaben la sessió al voltant d'aquest muntatge, jugant-hi...).

Cas 2

El pare dirigeix molt.

El pare li desmonta el que ha fet el nen perquè no ho veu bé (sense comentar-li ni res). El nen es passa tota l'estona mirant el material, a veure si li pot aportar alguna cosa al seu pare que li sembli interessant. El pare li pregunta varies vegades "I això per a què és?" (però en to despectiu, sense aprofitar-ho).*

* el nen diu " un poco de ambiente" (és a dir, finalment, opta per deixar d'intentar ajudar al seu pare i només fa servir el material per anar "decorant" el que fa el seu pare).

Cas 3

Nen: "Necesito.... (s'ho mira de lluny) algo que yo mueva a qui... Vale, vale, ya lo sé! (i comença a demanar material a la seva mare).

És el nen que va fer una reacció en cadena bastant complexa (cistella que baixa per un fil, gravat per Raquel).

Altres notes (d'altres grups): un pare amb dues filles (de perfil molt acadèmic). En ambdós casos, les filles (per separat) vaguen per tot l'espai dient "Es que no sé qué hacer..." (una d'elles s'acaba engrescant molt amb una altra nena (germana del cas 3, que també té un rol molt actiu i creatiu com el nen del cas 3).

Notes Aida:

- Tub de vent:

Hi ha dibuixos als tubs que donen exemples de elements voladors (helicòpters, avions, globus aerostàtics, etc.).

Material conegut (tisora, paper de seda, cola, etc.).

Exemple d'un paracaigudes sobre de la taula.

Molta informació inicial: coses que volin? Un avió amb les ales, un helicòpter amb l'hèlix, un paracaigudes, un coet. Podeu fer que volin molt munt o bé que s'aguantin a dins el tub, com vosaltres vulgueu. Massa informació?

Fase de joc: Material molt conegut que necessita poca exploració; Hi ha un paracaigudes al mig de la taula que tothom es mira, inclús nens el fan volar; Molta informació inicial sobre moltes coses que poden fer, poca exploració. Ja està tot dit?

Fase de disseny: Tot els nens fan paracaigudes com l'exemple; Hi ha molts nens sols, tots saben que han de fer i tenen un referent a copiar; Avui la majoria volen que s'aguantin. La monitora ho ha explicat i l'exemple que capta atenció s'aguanta.; Tenen un disseny i saben que funciona així que la majoria l'imiten; Augmenta la part artística perquè ja tenen un disseny que funciona, així que l'objectiu és fer-lo més bonic.

Fase final: A tots els nens els vola la creació; s'hi estan poca estona, a la que els vola marxen (van bastant ràpid a causa de l'exemple).

- Electricitat:

Hi ha un cotxe construït d'exemple sobre la taula. El material està tot ben guardat. Material desconegut i poc eficaç/ relacionat amb la vida quotidiana.



Fase de joc: Molta estona descobrint material. Molt distant de la seva vida real. Discordança entre pares i fills: fills en fase de descobriment i pares en fase de disseny. Molts nens que es queden en la fase de disseny i intenten començar a dissenyar però abandonen perquè no ho entenen

Fase de disseny: Cap nen dissenya sol; Objectiu massa elevat a causa del exemple; petits objectius (so, llum, moviment) que no els convencen; Els pares dominen aquesta fase i els

nens fan de peons; Gran intervenció de les monitores; Molts nens fan coses sense entendre que estan fent.

Fase final: Nens amb frustració, res del que fan és tant xulo com el cotxe construït.

Volen marxar però el pare no ha acabat; La majoria abandonen perquè s'avorreixen: connecten coses i no passa res; Facilitat de fracàs: un sol objectiu molt concret (so, llum. Moviment, etc.). O fa alguna cosa o no fa res.

Notes Raquel:

Monitors:

Expliquen al principi que l'objectiu és potenciar la creativitat. Donen massa informació sobre les diferents zones i sobre tot de la zona de vent: "Heu de fabricar algun coet o objecte que pugui volar al tub"

Cas 1

- El pare guia al nen però deixa que s'equivoqui. El nen es fa preguntes: "Com podria fer això? No sé si ho sabré fer eh.

El monitor els porta materials: "Això són plaques per utilitzar amb imans" i se'n va.

- El nen decideix que material necessita: "Pare necessito bastons grans"

- El pare li diu que ell es posa a l'altre banda i després es troben al mig.

- No funciona per separat ja que el nen es despista.

- El monitor li pregunta quina és la idea que té el nen perquè la pilota baixi i se'n va.

- El pare torna amb el nen i li pregunta com creu que han de fer les coses. Fa de guia total. El pare li fa pensar.

- Al final es distreuen perquè la mare amb el germà han construir el final on cau la bola, i no segueixen construint ja que la bola ja cau.

Cas 2

- Tota l'estona pare i fill parlen del que volen fer i el material que necessiten. El nen és qui porta tot i va demanant als seus pares que li portin algun material - El nen té les seves pròpies idees i decideix que vol fer, només incorpora idees dels altres a l'hora dels materials

- La monitora li pregunta quina és la seva idea: "Quiero hacer una tironina" La monitora li diu que en el carro hi ha cordes.

- Vol fer una tironina i que la bola caigui i baixi per una corda fins arribar al final, que xoca amb una paret que fa caure una altra bola a un cistell de metall.

- Vivien a Estats Units i allà a les escoles es fa tot això a ciències i encara que ell no ho havia arribat a fer sempre li havia interessat molt.

- El pare li dona idees però el nen decideix si li agrada o no, i sinó ell pensa una altra solució.

- Va aconseguint el que es proposa ja que té les idees molt clares.

- La monitora li dona una idea de material però ell li diu que no, que així no ho vol fer.

- Una vegada aconsegueix la tironina es complica més per fer el procés de fer caure una altra bola en cistell.

- Ho acaba aconseguint i el grau de satisfacció és màxim.

Altres:

- Hi havia un nen a la zona de vent que s'acaba frustrant fent el coet i ho deixa, i se'n va amb els seus pares a la zona de mecànica però són els pares qui ho fan tot, segueix frustrat ja que no fa res.

10/01/2016

- Zona Mecànica:

No hi ha cap exemple a les parets.

La presentació inicial no és molt explícita: podeu fer un circuit vertical o un paintball.

El material és conegut (gomes de pollastre, porexpan) vs material desconegut (imans, falques).

Fase de joc: Fase llarga de descobriment i del material. Inclús el material conegut s'utilitza d'una forma que no és la seva habitual; Descompensació entre pares i nens: nens en faci de descobriment i pares en fase de disseny.

Fase de disseny: Volen aconseguir fer un circuit per la pilota, i com més difícil i amb més coses millor. –Ara hi posarem allò blau!;-Solen anar acompanyats amb els pares, abans de començar els expliquen què volen fer. Els pares ho saben i en molts casos els proporcionen el material; Famílies amb més d'un nen treballant al mateix circuit (germà gran explicant al germà petit); Segueixen el mètode assaig-error.

Fase final: -Grau d'èxit dosificat: construeix un tros de circuit i proven la pilota; Comparació de circuit, els més senzills es senten frustrats. Volen que tinguin moltes proves; Circuits molt junts i que s'assemblen entre sí, gran grau de comparació, més nivell de frustració.

- Tub de vent:

Presentació inicial: en aquest espai d'aquí podeu fer volar com un coet, planejar com un avió o amb un hèlix com un helicòpter.

L'objectiu és explícit pel que diu la monitora, els dibuixos del tub de vent i els exemples tipus globus aerostàtic.

Apunt del facilitador: no us donarem instruccions, pot volar com tu vulguis.



Fase de joc: Poc joc de descobriment.; Coneixen el material i els nens estan bastant sols. Un adult per més d'un nen.; De seguida tenen un objectiu: fer alguna cosa que voli, la majoria no es planteja com ha de volar; Canvien l'objectiu al llarg de l'estona: fan una construcció i vola, tornen

a la taula i en fan una altre que voli diferent o sigui diferent; Toquen els botons de vent, és allò diferent.; Proven exemples i materials sols (ex: una bola de paper).

Fase de disseny: -Adults treballant sols i nens treballant sols; Un nen una construcció.; Pocs tubs de vent (comparteixen tubs de vent i es converteix en una competició).; Nena que comença fent una creació artística amb plomes de colors que acabava relacionant amb un ocell que vola i canvia la idea cap a quelcom funcional; Tots els altres fan construccions com les de l'exemple; - Arrel de fer-lo volar es preguntes coses i segueixen construint. –Gira cap a un cantó, per què serà? Li faltes plomes?

Fase final: Pares demanant ajuda als fills; Poca sensació de frustració. A tots els acabava volant l'objecte; Frustració: grup de nens sense adult, a tots els vola menys a ell i abandona; Frustració: nena que no li vola, després d'una estona acabava copiant el nen del costat que si que li vola.; Demostren molt l'èxit ensenyant-ho a germans, pares, altres nens, etc. ; facilitat d'èxit: diversitat d'objectius. No corroboreu l'èxit fins al final, pressa per aconseguir un producte

Notes Raquel:

Cas 1 (Engranatge)

- El pare i la nena van fent a la vegada. La nena dona idees.
- La nena va a buscar material. El pare li diu: “Fem un engranatge?” La nena dona idees del que vol fer.
- Pare: Tinc una idea! Nena: Sí jo també!
- Van fent entre els dos.
- El pare li pregunta a la monitora com podrien fer una politja i ella els hi proposa com fer-ho i es posen a provar.
- Fan un engranatge fàcil i se'n van a una altra zona.
- S'ha limitat a fer una construcció simple i no ha complicat més el procés. L'únic problema que els hi ha sorgit que ha sigut el de la politja, ho han preguntat directament sense abans fer moltes proves o pensar.

Cas 2 (Engranatge)

- La nena va perduda i és la mare qui li dona idees i la motiva per començar a construir l'engranatge.
- Entre les dues van aconseguint l'engranatge cada vegada més gran
- Treballen a partir d'un treball cooperatiu que van fent entre les dues.

Cas 3 (Mecànica)

- Estan el pare amb dues nenes de la mateixa edat però una de elles es qui aporta totes les idees i el pare i l'altre nena li ajuden a construir. (zona mecànica)
- Li pregunten: “Què vols? Què necessites?”
- La nena porta la iniciativa dels 3
- Ve la mare i les dues nenes es queden soles i el pare i la mare se'n van amb altres dues nenes més petites a una altra zona.
- Entre les dues van fent el paintball fins aconseguir-ho.

Cas 4 (Mecànica)

- Són els pares qui ho fan tot
- Estan aconseguint un paintball molt ben construït.
- Sembla que el nen gran té algun trastorn per com es comporta (Asperguer) i per això haurien de ser els pares els guies i no qui ho fan tot
- Però al nen de 8 o 9 tampoc li deixen fer res.
- Als nens els hi agrada el que veuen però no és una construcció d'ells.
- Com s'han cansats els nenes es volen anar tot i que encara no ho han acabat els pares.
- Els pares els hi diuen que s'esperin però els nens no volen
- Estan avorrits ja que no han fet res.
- Els pares riuen i es donen compte que ho han fet tot ells.

Cas 5 (zona engranatge)

- El pare guia al nen i li fa preguntes sobre el material que necessita per fer l'engranatge.
- El nen un vegada té totes les peces i material que necessita per crear la seva idea, la fa.
- Fa un engranatge bastant simple i vol fer una fotografia i anar-se'n.
- El pare li diu que segueixi fent coses allà però el nen ja està content amb el seu producte i vol anar a altres zones.

Cas 6 (ombres)

- La mare i un dels fills fan el muntatge a la plaqueta per crear les ombres.
- L'altra fill està sempre a l'altra banda i es qui els hi va dient com es veu, si es veu bé, si ho han de moure una mica i com va quedant la imatge.

Informació monitors:

Objectiu és pensar amb les mans. Els hi diu que és un espai per tots no només per nens. (Això incita a que els pares treballin i intervinguin tant com els fills, i no siguin els guies)

Dona massa informació de les zones però ho explica millor que el dia anterior. Els hi fa alguna pregunta als nens durant l'explicació inicial.

Durant el taller no intervenen molt, només expliquen on hi ha material o deixen algun material a la taula.

21/02/2016

Nota inicial: hem començat a utilitzar la pauta d'observació (V4.pdf) i no ens va bé. Tot passa massa ràpid i, en el cas de l'Aida (que només mira espais), no li va gens bé.

Introducció

Com sempre:

- pensar amb les mans,
- us hem deixat alguna pista, alguns exemples
- li pregunten a una nena: "Tu podries fer volar alguna cosa?" I la nena diu: "no" (relacionat amb empoderament???)
Nota: Potser podem proposar a fer preguntes d'aquest tipus al principi i al final que s'adonin que han pogut fer coses que no creien que podrien fer...
- electricitat: per a que puguem fer arribar l'electricitat a tot arreu
- ombres: com quan pintem un quadre... podreu crear una escena amb tots els materials
- "Us donarem instruccions?". Nens: "No!"
- "Us creeu els vostres propis reptes, per on voleu començar, què voleu fer..."

JOC

INDAGACIÓ

ART

ENGINYERIA

EMPODERAMENT

CAS 1: nena d'uns 9 anys, Tub de vent, comença amb un nen de 1 o 2 anys més que ella

- 19- **Joc:** exploren tot el material. Tria alguns materials i comença a treballar ("porexpan" i plomes).
- 20- **Ho prova:** No li vola → afegeix més plomes.
- 21- **Observa el seu igual,** que ha aconseguit que voli amb un model tipus "paracaigudes".
- 22- **Segueix buscant material** i replica el que ha fet el seu igual. → li funciona
- 23- En aquest moment ve la seva mare i li explica tot el que ha fet i que finalment li ha volat. Crec (?) que la mare li pregunta com és que ha volat¹ i ella diu "no ho sé".
¹ No vol ser una pregunta reguladora, sinó que la mare també vol aprendre (després s'estarà molta estona intentant fer la seva pròpia producció, fent preguntes a la seva filla. (veure notes al final d'aquest cas (*))
- 24- **Comença a fer proves per veure perquè li funciona.** Ho deixa i comença a desmuntar (diu que és perquè han dit que els muntatges s'havien de desmuntar)
- 25- **Comença un nou muntatge** amb material totalment diferent. (**)
Nota: sembla que els nens i nenes s'estan molta estona perquè van provant totes les possibilitats. Que suri, que surti disparat,...
- 26- Una amiga de la mare li diu: "això és molt xulo! Com volarà?" La nena respon "no ho sé!"
- 27- La mare li diu "Què vols fer, una balsa que voli?". Nena: "no, no vull fer una balsa que voli"
- 28- La nena li diu a la mare "Mama, això no! Això pesa massa!" (*)
- 29- **Prova la seva balsa i no li vola.**
- 30- La mare li diu "Saps què passa? Que hi ha poca superfície (al coll del got). Nena: "Ah! Vale, vale!".

31- Torna a treballar amb el got. Afegeix una làmina de plàstic a la boca del got. No se li aguanta. Afegeix pals. La nena ho fa tot sola. Només demana ajuda tècnica a la seva mare (tallar celo, ...).

Nota: Ho marco com a joc perquè va provant materials sense massa sentit...

32- Torna a provar. No funciona.

33- Veu un material que ha agafat la seva mare (goma eva) i pensa que pot funcionar.

34- Ho prova. No va

35- Ho sospesa amb la mà (sospesa la balsa, després el got). "El got pesa massa".

36- A partir d'aquest moment comença a provar molts materials sense massa sentit

37- Com que no li surt. ABADONA

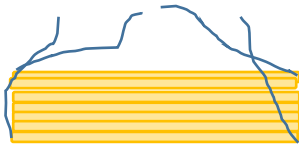
Nota: Aquí és on "falla" la intervenció dels facilitadors. Són aquells moments en què caldria que intervinguessin, però són moments molt difícils de detectar (hi ha unes 50 persones). Per això he apuntat a propostes per a la formació, que diguin explícitament al principi que, quan es quedin encallats, demanin ajuda als facilitadors.

(*) la mare es proposa fer alguna cosa que giri. La nena li diu: "Jo tinc una hipòtesi! Saps els arbres aquells que cauen les fulles i giren?"

(no tinc clar si la resposta d'això pesa massa fa referència al que estava fent la mare o a algun material que la mare li suggereix a la nena).

La mare, al cap d'una estona li diu a la nena: "Aleshores has dit que podríem fer la forma aquella de l'arbre? L'estructura de l'arbre? Te'n recordes com és l'estructura de l'arbre?". Nena: "Així". Agafa un full i dibuixa.

(**) la base d'aquest nou muntatge és tot de pals de gelat ajuntats, com una balsa.



Els altres dos casos que he observat no crec que siguin massa interessants:

Nena a les bales amb pare que ho dirigeix tot (la nena només executa ordres i porta el material)

Nena amb els pares al racó electricitat: la nena ja coneixia l'espai i es posa enseguida a muntar coses, però li falta material (generador manual) o el que té no li funciona (plaques solars).

Altres observacions:

En l'espai de tub de vent hi ha poca estona de joc, probablement perquè ja hi ha molts exemples fets. A més, quan ja hi ha gent treballant, aquesta estona de joc es redueix.

Explica el cas d'una nena que comença amb temes d'art (sembla que la mare li pregunta que perquè necessita les plomes i la nena diu que no sap... que ho fa perquè queda maco).

Però quan prova de que voli, veu que se li decanta cap a un costat i no ho vol. Comença a posar plomes a l'altra banda (s'adona que hi ha contrapès)

Nota: "indagació" o enginyeria?

28/02/2016

Grup de 30 nens i 20 adults. La introducció és la mateixa de sempre, fan referència a pensar en les mans, presenten les diferents zones, i els hi diuen que han de deixar anar la seva imaginació. Posen exemples del que poden fer a cada zona, a la de vent donen massa informació.

- Mecànica (Pare amb fill):

Estadi 1: El nen es mira l'espai i tot el material.

Estadi 2: Preguntes durant el procés: El nen comença a crear agafant material. P: Vale amb aquest material què podem fer? P: Que necessites? P: Com ho podem fer? P: Vols que et porti més material? Tota l'estona és el nen qui decideix, P: Què vols fer? Em tens intrigat. El nen va creant però sense un objectiu explícit, no ha dit que vol crear. Al veure que no té un objectiu clar el pare intenta ajudar-lo dient que poden construir un paintball i entre els dos es posen a crear-lo.

Estadi 3: Aconsegueixen fer el paintball, i aconsegueixen la satisfacció d'haver aconseguit el seu propòsit.

(Funcional)

- Vent (Pare amb fill):

Estadi 1: Agafen materials i van construint un globus aerostàtic, amb un got i gomets, paper i corda.

Estadi 2: És el pare qui li va enganxant les coses i li va fent. El nen s'encarrega d'anar a provar si vola.

Estadi 3: Grau de satisfacció ja que tot el que li construeix el pare vola però no es troba en cap situació que li faci plantejar-se el perquè no vola o per què vola.

(Creatiu)

- Electricitat (Pare amb dues filles):

Estadi 1: Agafa molt material i van provant sense finalitat, que funcioni alguna cosa.

Estadi 2: Una vegada veuen que els hi funcionen diferents materials decideixen fer un cotxe. Però deixen la idea i segueixen provant amb tot, no tenen cap finalitat clara. El pare no els hi proporciona cap pregunta i els nens es desmotiven i es van a un altre espai. Al poc tornen i van a buscar a la monitora i és ella qui els hi ajuda a fer funcionar el ninot i les rodes. En aquest cas el pare no ha pogut ajudar-los. Una vegada gràcies a la monitora han vist com es fa funcionar amb electricitat el pare comença a ajudar-los a crear. N: No sabemos lo que hay que hacer! P: Mira, necesitas un cable para cada conector, ves a buscar. Una vegada té els cables: P: Ves, fíjate, negro con..? N: Negro y rojo con rojo! Van fent entre els tres. Volen fer encendre 3 llumets a la vegada. No ho connecten bé i van provant fins que ho aconsegueixen.

Estadi 3: Aconsegueixen la mateixa satisfacció els tres ja que han partit des de el mateix punt de no saber com funcionava res.

(Funcional)

06/03/2016

- Electricitat:

No hi ha exemples sobre la taula i el material està guardat al carro.

Explicació de la educadora: Juegueu amb l'electricitat a casa? Si ho feu sempre amb els pares que és perillós! Aquí hi trobareu un munt de cables i mòduls que podeu connectar i experimentar amb l'electricitat. Podeu fer el que vulgueu, per exemple, un altre dia van construir un cotxe o un robot que es movien.

Aquesta no és una activitat només per nens. Convida als pares a jugar amb els espais i el material.

Fase de joc: Ho miren tot i es fan preguntes: ¿Ésto que es? Son plaques solars. Aquí no hi ha sol, però mira una bombeta! I això són imans. -Dos nens que no es coneixen parlen entre sí: t'agrada la robòtica? A mi m'encanta. -Acumulen tot el material que poden inclús sense saber que faran amb ell. -Dos nens que hi ha parlen molt entre sí i es pregunten coses i s'observen el que fan. - "Estoy experimentando, a ver qué pasará?" -Fase de descobriment molt llarga, més de 10 minuts. -Material molt desconegut. -Ritmes molt diferents: tants entre els nens com amb els pares. -Els nens miren el que fan els altres molt, sobretot abans de començar. -Monitors i pares que volen que els nens facin coses; coarten la fase de descobriment.

Fase de disseny: -Tots i els nens volen construir un cotxe; la monitora ho ha dit a la introducció. -No hi ha nens sols; a casa juegueu amb electricitat amb pares (ha dit la monitora a la intro)?? 3 nens: -Porten el domini de l'acció. -Demanen material als seus pares. -Dos parlen entre ells sobre les produccions. -Es miren molt el que fan entre sí, agafen idees. -Progressió d'objectius: 1. Connectar cables perquè respongui l'estímul: moviment, llum, so, etc. 2. Connectar varies coses perquè responguin a la vegada. 3. Construir un cotxe; fora del seu abast. 2 nens: -Els pares porten el pes. -Es limiten a encendre l'interruptor o fer funcionar la dinamo

Fase final: Frustració: mare contenta perquè gira l'hèlix però el nen no entén com es pot fer una cosa xula. -Èxit parcial en petits objectius que volen assolir però quan es marquen el gran objectiu tenen una frustració final que acabava en abandó de l'espai. -Frustració: Estó no va! No aconsegueix muntar el cotxe. -Pares que volen que provi tots els espais: si no te'n surt canvia de lloc que hi ha coses molt xules a altres espais. -Apatia: el nen marxa amb la mare i el seu germà i deixa dos adults jugant a l'electricitat. - Molt poca sensació d'èxit a l'ambient. -Facilitat de frustració; a les 11:36 s'ha quedat l'espai buit i hi havia dos parelles de pares jugant però sense cap nen.

13/03/2016

- Zona de mecànica

Monitor: aquí podreu experimentar amb les lleis físiques i ser mecànics. Podem construir un circuit amb el material dels carros per les bales, i amb aquests panells inclinats podreu fer un paint ball. Mireu l'exemple i així el podreu millorar i agafar idees. Hi ha dos exemples de circuits i diferents dibuixos a la paret que indiquen què s'ha de fer.

Fase de joc: El primer que experimenten és la fusta i els forats que té. - Complexitat dels panells: el tipus paint ball és més fàcil que el taulell vertical. - Paint ball més sol·licitat. - Exploració dels materials (observen el carro i obren calaixos). Volen saber tot el què hi ha. - Acumulen material sense saber què construiran. - Construeixen al costat dels panells amb l'exemple. - Nens i pares construint separatament.

Fase de disseny: Objectius parcials: No saben com serà tot el circuit sinó que pensen un tros, el proven, i després pensen un altre tros. - Reptes que fan el circuit cada cop més complex. - Assaig-error: toca amb la paret, i si ho girem? Ha de ser més llarg per què no s'aguanta. - Al tenir tanta facilitat per provar-ho i rectificar, s'anticipen poc al què passarà. - Decideixen què faran a partir d'un material que el ha agradat, no a partir de una idea de circuit trien els materials. - No tenen una idea global, van decidint sobre la marxa. - Quan una tècnica els funciona, la repeteixen diverses vegades en el circuit. - Nens que aprofiten l'exemple i el fan més complex. - Volen fer circuits molt llargs.

Fase final: Èxits parcials: comproven que funciona cada tros de circuit que construeixen. - Per tenir èxit no només ha de caure la bala sinó què ha de ser difícil. Com ho fan? Fent circuits molt llargs (utilitzen molts plafons), utilitzen molts materials diferents, o fan moltes proves. - Frustració: no acaben el circuit. Com que improvisen, no l'acaben. - Panells molt junts; molta comparació de circuits.

18/09/2016 (no inclòs en la recerca)

11h, és el dia que va venir TVE2 a gravar

Grup d'aproximadament 50 persones. Per cada adult, un nen o una nena (aproximadament).

[em comenta el Biel que han estat fent proves amb grups de 25, però ara tornen a ser 50]

General:

- Diferències principals amb escola:

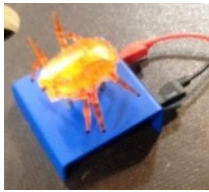
No s'estan tanta estona a un espai (avui només una família (mare + 2 nens) es passa quasi tota l'estona al mateix lloc "lidiant" amb un projecte.

Possibles explicacions (contrastat amb els monitors): amb públic familiar tot queda més "tancat", a l'escola comparteixen més amb altres nens i s'engresquen més. Amb els pares i mares, ja sigui perquè guien massa i aleshores avorreixen als nens o perquè passen una mica, una activitat no s'allarga. El Biel diu que amb les escoles hi ha com a més "competició". (potser hi ha un ambient més de joc?). Tot plegat fa que hi hagi menys crits de celebració...

- No hi havia exemples pràcticament. Només hi havia exemples a la part de tub de vent, però són més de caire artístic. Li pregunto al Biel perquè els han deixat i em diu que perquè són així més artístics...



- A la zona d'electricitat hi ha un element nou, una espècie de "cranc".



- La tònica general és que hi ha pares que ajuden (per exemple, mirant el resultat de les ombres, suggerint idees (no imposant)) i d'altres que no. Destaca el cas d'una família (pare, mare i nena) en què el pare vol dirigir-ho tot: tria el material, diu el que s'ha de fer... La nena diu "Lo monto yo!" i el pare ni l'escolta i comença: "l'has de connectar això aquí, i això allà. Nena: "ja ho sé!". La mare, en canvi, dóna molta més llibertat. Hi ha un moment que es queden soles i diu "Què vols fer? Vale, doncs, ves fent, ves fent...). Al cap d'un rato, quan estan a la zona de bales, passa el mateix i els pares tenen una conversa: Mare:" deja a la nina que vaya averiguando". Pare: Es que no sé qué quiere hacer! No puede hacer... " La nena s'acaba enfadant perquè no li deixen (el pare) fer el que vol"

D'altra banda, s'identifiquen casos clars de nens "proveïdors" que s'avorreixen bastant.

- He vist que els pares segueixen les mateixes fases que els nens: exploren material, es plantegen objectius... Per exemple, a l'electricitat, un pare al cap d'una estona de provar coses: "Vine: farem un circuit".

Introducció:

Ha estat prou curta i concisa. Destaca:

- "Heu vingut a crear"
- "Heu d'utilitzar el cervell, aquesta eina dels científics"
- "També utilitzareu una altra eina científica: les mans..".

Presentació dels espais:

Mecànica:

- "Està plena de forats... Què hi podeu posar en aquells forats?"

(Biel. Em dóna la sensació que ara fa intros molt més obertes. Comparat, per exemple, amb la noia (Patri), que crec que és més nova...)

Capítol 10. Annexos

Zona de bales:

- Uns nens posen material de l'electricitat a la zona de bales.



- Una mare té molt clar que vol fer i va fent. Però hi ha un moment en què no li surt el que vol i pregunta als nens: “ a veure, com podem fer per a que això doni voltes quan caigui la pilota?”

Nota: Relational Equity?

Tubs de vent

- “Fixeu-vos què hi ha molts dibuixos. Què creieu que sortirà (dels tubs)?. Aire en moviment, vent...”
- Què fareu (veient els dibuixos...)? Nens: “un avió, un globus...!”
- “Potser voleu que surti disparat, potser que planegi...”.
- “Potser no us surt a la primera. Què fareu?” Nens: “ho tornarem a intentar”!

Electricitat:

- “Podreu jugar amb l'electricitat. Normalment, podeu jugar amb l'electricitat? No, oi?”
- “Aquí teniu fonts d'energia diferents. Ja veureu que podreu fer electricitat”.
- Les preguntes que sento al principi: “Qué es esto? Para qué es?”
- “problem-solving” compartit. Mare: “ No va aquest. A veure, repassem-ho tot?”. En aquest cas, però, la nena estava com una mica avorrida. Coincideix amb el que deia l'Aida, que solen ser objectius marcats per pares i mares, que fan que els nens es “disconnectin”

Llums:

- (Biel) “Aquí hi ha la part més artística” (sota el meu parer, dona massa a entendre que els altres no ho són..)

Tornen a incidir amb el tema de recollir.

M'ha agradat molt la frase final “Ambient de creació. Que pugueu crear tot el que vulgueu!”. (Biel)

Què passa després de l'”1,2, 3”? La majoria de gent ha anat a Electricitat, Ombres i Stop Motion. (em sorprèn que no vagi ningú a tub de vent i quasi ningú a mecànica!). Al passar el temps, però, s'omplen els tubs de vents i les bales i es buida el d'ombres (que no té pràcticament ningú en la resta de sessió).

Identifico un cas d'un nen que al cap d'una estona d'estar al d'ombres, agafa a la seva mare de la mà i li diu “Ay! Ayúdame!” (sembla que no sap què fer... el cert és que no els he seguit gens).

Entrevista a la mare dels dos nens que han estat treballant constantment a l'espai de Bales:



- Troba que l'espai encaixa molt bé amb el CosmoCaixa. (de fet, considera que és una continuació del "click").
- Desperta l'interès (per la ciència)
- Fa volar la imaginació
- Pots tornar un altre dia (perquè, si has fet només un o dos espais, pots provar d'altres).
- Li preguntem al nen: diu que a la seva escola no fan activitats d'aquest tipus i que li agradaria. (la mare comenta que a casa si que fan coses similars o que, si més no, els agrada fer coses així). Més tard sento aquest nen que diu: "La meva creació és fascinant"

Tancament:

- "ha sigut fàcil o difícil?" Nens: "tenías que pillarle el troquilló"
- (Biel) "no surt a la 1ª... els invents dels científics no surten a la 1ª tampoc"
- Material que podeu recol·lectar a casa....

Sessions amb públic escolar

04/02/2016

Sessions enregistrades en vídeo
i àudio marcades amb  

10h

Fa un mes que estan fent proves amb escoles.

Nº alumant: 52

Nº acompanyants: 1 mestra i 4 acompanyants

Presentació per part de les monitors (Carla, Biel) (hi ha un àudio de la intro):

- Pensar amb les mans
- Crear moltes coses amb les mans (eines de científics que tenim, les mans. Que serveixen no només per a dibuixar o jugar amb el mòbil, sinó
- La història està plena d'objectes creats... creativitat
- No només heu d'utilitzar la vostra imaginació/creativitat, podeu veure què han fet els altres...
- No us diem com heu de treballar. Si voleu us poseu en grups de 2 o de 3, o us poseu a treballar sols... No és com a l'escola.
- Un nen pregunta "Si no sabem una cosa us la podem preguntar? "Sí, és clar"

- Zona de mecànica: En aquests forats podreu anar construint les vostres creacions: circuits, ... que haureu creat amb la vostra creació.
Què són els engranatges? Quines coses porten engranatges?
- Zona de vent: Podeu crear els vostres artefactes [pendent transcriure àudio]
- Zona electricitat: [pendent transcriure àudio]
- Zona llum: Ombres: descripció totalment artística [pendent transcriure àudio]
- Donen instruccions explícites als acompanyants per a que no diguin res. Això es tradueix en què els acompanyants no fan res (excepte un, que actua molt dirigint. De fet, acaba fent ell molts muntatges, desanimant als nens/es, que se'n van de l'espai en el que ell està muntant coses)
- → nota per a LaVola (crec que es pot donar pautes als acompanyants per a que facin de facilitadors)

Disposició dels espais:

- Hi ha premuntatges només a la màquina de bales.

Comencen tots explorant els materials.

- A l'espai d'electricitat:

(nen) "Marc, com ho has fet?"

(Marc) "Doncs... creant!"

El monitor passa molta estona en aquest espai (assegut, rodejat de nens/es).

- Tub de vent:

Una nena fa una primera prova amb una bola embolicada i no li surt. Mira què han fet els altres. Venen uns altres nens i li pregunten què ha fet. Veuen que no va i se'n van.

Ella continua: ho desmunta tot i posa cada component al seu lloc. Torna a construir algo nou, amb peces noves (no li va). També prova alguna cosa que havia fet algun/a company/a i tampoc li surt

Agafa material diferent per 3r cop.

Finalment abandona...

Cap al final de la sessió, aquesta nena hi torna, i crec que acaba fent alguna cosa que funciona (ha agafat materials més lleugers, però no he pogut preguntar-li per què).

- A l'espai de boles:

4 nenes; comencen a fer una cració molt xula (roda amb pales per fer caure pilotes). Hi ha una nena que té molt clar què vol fer, però no se'n surt. Com que ningú li dóna idees/pautes/reflexions (no interactua amb adults) diu "no puc pensar!!". Acaba abandonant...

- Ombres: Fan però necessiten que algú vegi la seva cració (una nena, la del tub de vent, va a buscar la seva creació).

Posada en comú:

"Quan anem desmuntant anem recodant com l'hem fet"(posada en comú¹, abans de recollir)

"Pensem en tots els projectes que hem creat al Creativity"

- ➔ Sorprenentment la nena del tub de vent és la primera en aixecar el braç, sembla contenta amb el que ha fet (parlava molt fluix i no l'he poguda sentir, però se sent el que respon l'educador)

Pregunten per què volaven els seus "aparell" (diuen coses com, perquè tenien plomes..) i no per què no volaven. Però un nen explica el seu muntatge i el monitor li pregunta "ivolava?" i el nen respon que "no, per què pesava molt".



- ➔ Crec que els monitors no han suggerit a la mestra enganxar situacions com aquesta per continuar treballant-les a classe. Però si que en un moment diuen "El que podeu fer és comentar-ho a classe, a casa..."

Notes meves: crec que hi ha poques preguntes del "procés" : Heu provat? Heu planificat? Heu estudiat els materials?

Un nen pregunta "això es pot fer a casa?"

Altres aspectes:

- La mestra destaca que unes nenes, quan han après a utilitzar el Stop Motion, ensenyen a altres nenes a fer-lo servir "això ajuda al treball cooperatiu" (mestra)
- Em comenta la monitora que aquests nens se'ls veu que són de poble, que deuen fer coses semblants al jardí de casa seva (m'ho compara amb un grup que va venir de Badalona, que no sabien què fer...)
- Em comenta que els adolescents de les UEC, davant dels mateixos problemes que es troben els més petits, es frustraven abans,...

17/03/2016  

10h

Nº alumant: 25

Nº acompanyants: 1 mestre i 1 acompanyant

Presentació per part de les monitors (Carla, Biel) (hi ha un àudio de la intro):

- Pregunta alumna: “Podem dibuixar la nostra creació i després de crear-la?”
- Un altre alumne: “sí! Com ho vam fer al cole”

(parlant amb el profe, sembla que han fet alguna cosa de construcció al cole. També per això han decidit anar al Creativity)

- Tornen a fer lo de pensament lateral. Frases que es diuen:
“el costat esquerre és el seriós, ... com un científic”
“el costat dret, és el que crea, investiga,...” (nota meva: no és científic, doncs?)
“quin farem servir? El dret, el que crea...”

Disposició dels espais:

- Hi ha molts exemples a tot arreu.
(això fa que, per exemple, juguïn molt i creïn poc (zona mecànica))

Clips a buscar als vídeos:

- Comentaris Biel quan s’acosta a la zona de mecànica

Positiu: “Sobretot, mireu els calaixos”

(tot i que no està gravat, el Biel arriba a l’espai d’engranatges i els proposa un repte: “ per què no proveu d’ajuntar aquesta taula amb aquella?”

Negatiu: “Molt bé, molt bé...”**

(hauria estat millor: “Què vols fer?” etc... Crec que en els vídeos del 10/03 també hi ha un exemple als tubs de vent de “molt bé, molt bé..”)

- En la instal·lació del mig hi ha un nen que té moltes idees (és el que era bessó d’un altre) i ajuda a un altre nen (sembla xinès) a avançar (li explica, li diu com fer-ho,etc... “Aquí hay coses eh? Assenyalant el carro de materials)
- El nen que està penúltim a la dreta intenta fer coses però no se’n surt (a mi em sembla que, en realitat, no sap què fer). Potser si el Biel no li hagués dit “molt bé, molt be” ** sinó, “Què vols fer? “... l’haura desencallat. Aquest nen al final abandona
- La nena de l’esquerra (l’única o de les úniques del grup de l’esquerra que volia crear algo) demana ajuda a una companya “Cxxx, m’ajudes?” I li explica molt clarament què vol aconseguir.

Tancament

(està enregistrat en vídeo)



Un nen ha reflexionat sobre el que han après (per a què servia un botó a la part de circuits)

Potser caldria fer-los preguntes del tipus:

Heu fet el que volíeu? Quan no heu pogut, com ho heu solucionat?

Altres notes:

- La Carla em comenta que amb una escola de Xxx una alumna va fer un muntatge molt xulo a la zona mecànica i que la profe li va dir que li sorprenia perquè a classe era “tontinta” (en canvi, el profe d’avui diu que els que reflexionen a classe aquí també reflexionen i els que són més primaris, aquí ho segueixen sent...)
- Un nen al que, en l’espai de la màquina de bales, li han ensenyat que per a que la roda giri millor pot posar una arandela metàl·lica a sota, ho aplica en la zona d’engranantges. TRANSFERÈNCIA??
- Arriba un moment de la sessió (cap a les 11.10) en què els monitors s’han quedat en un racó → crec que han de tenir una forma més sistematitzada de treballar: anar grup per grup preguntat què voleu fer? Com heu arribat fins aquí? Com faríeu per?...

31/03/2016  

10h

Nº alumant: 24

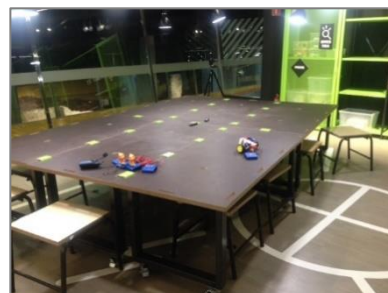
Nº acompanyants: 1 mestre i 1 acompanyant

Presentació per part de les monitors (Carla, Biel) (no hi ha àudio de tota la intro):

- Emfatitzen molt la diferència entre cap i mans (potser dóna idea de desconexió?)
 - o De fet, quan al final de la intro es pregunta als nens i nens “Què utilitzareu per crear?” diuen “Les mans!” i el monitor ha de matissar que “I el cap també”
- Els nens, a la intró, han preguntat si crearan “escultures, art...”.
- Comencen a les 10.20h. “Tindreu 1h i 10 mins aproximadament”
- La mestra els diu “És interessant de passar per tot arreu...” (i ho repeteix al llarg de la sessió, instint als nens i les nenes que vagin a veure altres espais...) *
- “L’hemisferi dret és com un artista” (i no un científic?)

Observo l’espai d’**Electricitat**

- Hi ha dos exemples



- Comentaris inicials dels nens i nenes: “Si desconnecto el rojo?”

“Muntarem un cotxe, no?”

Clips a buscar als vídeos:

- Comentaris Biel quan s’acosta a la zona

Positiu: “Ara què vols fer? Diga’m què vols fer”

Negatiu: “La llum escalfa” ???:

Moltes vegades el monitor diu coses com “Ja heu descobert què és això? Heu descobert per a què serveix? Com funciona?”

- Els nens, moltes vegades diuen: “Li ensenyem a la Rxxx?” (necessitat d’ensenyar el que han fet)

Cas 1

Nena que comença a treballar amb moltes ganes però abandona aviat (cabell negre)

Cas 2

Grup de nens que volen fer un cotxe

- El nen que hi posa moltes ganes (al que la mestra li demana que faci que les rodes vagin endavant i no en cercles) cap al final torna a treballar amb un altre nen i crec que li explica coses. Aconsegueix que li vagi endavant! (tot i que crec que no sap per què...)

Cas 3

Nena “escèptica”

- Li proposo al Biel que plantegi reptes a les nenes. L’escèptica s’hi enganxa (construeix un cotxe amb llum). Però acaba abandonant perquè “no tindrem temps de veure-ho tot” * (influeix el missatge inicial de la mestra)

Cas 4

Mxxx i una altra nena: Fan dos ositos i un timbre

Oportunitat: demana que expliquin a la nena que s’hi acosta com ho han fet.

Cas 5



Nena que treballa sola amb cinta ampla al cabell.

Tancament

(està enregistrat en vídeo)

Altres notes:

- El Biel em comenta que veu que la gent (pares) es prenen el racó d’electricitat més com un taller. Fins que ells no s’hi acosta i explica com van les coes els pares no senten que “ara comença el taller amb els meus fills”.

06/04/2016  

12h



Nº alumant: 25

Curs: 6è?

Nº acompanyants: 2

M'ha semblat detectar una disposició diferent entre nens i nenes (que no he vist en altres edats). Ho comento amb els monitors i em diuen que sí, que els costa més "deixar-se anar" (tenen por a ser jutjades?)

He demanat que al "Tancament" facin referència a les seves creacions. Han passat molt per sobre ("us imaginàveu que podries crear tantes coses aquí al Creativity?" "No!") però no han continuat més. Com sempre, el tancament se centra molt en continguts científics conceptuals.

12/04/2016  

10h

Nº alumant: 25

Curs: 3er

Nº acompanyants: ?

Zona: **Engranatges + Pinball**

(però al minut 37:31 de la gravadora 2 començo a gravar zona bales (per seguir el nen del jersey blau (Cas 1))

Cas 1

El nen amb jersei/samarreta blava (que gravo inicialment a engranatges) la mestra em diu que "no farà res!.." i al final s'està molta estona a engranatges i , sobretot, al pinball.

Ala zona d'engranatges vol fer una mena de joc "volem que encertis aquí".

Al final passa a la zona de pinball. Tinc la sensació que , aquí, ha pogut fer el joc que volia fer.

Crec que se'n va, però mantinc gravant el muntatge (tot i que hi passen altres nens i nenes (ull amb el nen que *no puc gravar!*)

Cas 2

Nen blau fosc quan es queda sol a engranatges

Cas 3: nen samarreta negra/melena

"M'està començant a venir la idea" (quan ve el nen *que no puc gravar* i diu " a veure?"

Al final ho deixa (però no he pogut veure perquè)

Cas 4

2 nenes

Capítol 10. Annexos

“Fem algo” “Ens inventem algo?”

“Estàs pensant lo mateix que jo?”

Comentari general: les nenes van juntes tota l'estona. Ni una a la zona mecànica (fins al final que s'hi posen les del cas 4)

Àudios:

Com que els engranatges esquerra passa a ser Pinball, en els engranatges dreta tant puc utilitzar l'audio de la dreta com el de l'esquerra

12h

Nº alumant: 25

Curs: 3er

Nº acompanyants: ?

Stop motion

Cas1

Grup de nens



Cas 2

Nena que està molta estona (a la que “molesten”?)

Comença fins a 3 vegades i totes 3 comença igual → té molt clar què vol fer

Cas 3

Nenes que es posen a treballar juntes?? (fan els muntatges dels noms...)

19/04/2016  

12h

Nº alumant: 25

Curs: 6è

Nº acompanyants: ?

Zona: **Pinball**

Cas 1

Nens que estan al mig. S'acosta el profe i els "qüestiona" una mica el que estan fent.

2 o 3 marxen veure què fa un altre "anem a provar el teu"

Cas 2 (dreta)

Un nen (sol) que està intentant coses. No sembla que se'n surti però no desisteix. Fa una cosa força xula i li ensenya al profe.

Cas 3 (dreta)

Íngrid + dos nens. Els ajuda bastant

Cas 4 (esquerra)

2 nenes.

Ho desmunten tot i comencen de 0

Cas 5



2 nenes (dreta)

Comencen de 0.

A la part d'engrenatges (no ho tinc gravat) un nen li diu a la monitora(?): "estàs pensant que no funcionarà..."

El nen que comença de 0 a la dreta pot ser un bon cas per estudiar (hi ha un moment que altres nens diuen "mireu què xulo t'està quedant" "ho estàs fent tu sol? El nen respon Si" I per a què serveix aquelles gomes? Per aguantar..."

→ És curiós, perquè al final abandona, ho desmunta tot i s'ajunta amb els nens del Cas 1

25/05/2016  

Observo l'espai **Tub de Vent**

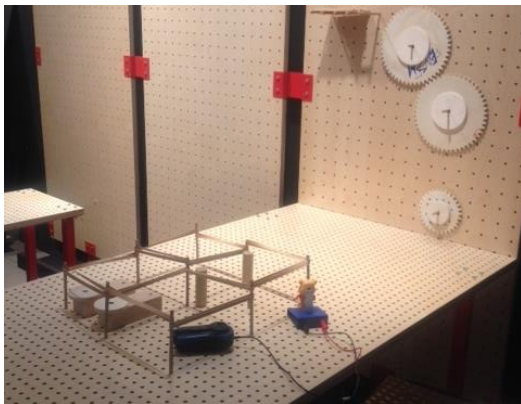
10h

Curs: 3r

Nº alumant: 54

Nº acompanyants: 2 mestre i 2 acompanyants

[Nota prèvia: tinc una foto interessant d'un muntatge del dia abans. Em comenta el Biel que estan provant de, en cursos + grans, no deixar exemples. I surten coses com aquesta, que sembla que era com una casa amb diverses habitacions, en una hi havia llum, en una altra l'ossito...]



Presentació per part de les monitors (Carla, Biel) (gravat en video):

Això no està gravat, ho diuen abans d'entrar a l'espai: "Què creieu que veniu a fer?" Nens/es: "Crear Algo!"

Quan, al a intró, els hi diuen que no hi haurà instruccions diuen: "Bieeeeeen"!

(està al principi de l'Audio Taula del Tub de vent)

Cas 1

Jxxx, pèl-roig. És un dels que he entrevistat al final

Està molt aprop de la Gravadora de Materials (crec que val la pena sentir que diu al principi)

Té clar que vol fer forats a un got de cartró, però no sap com fer-los.

Li pregunta a una nena que ha vingut amb una bossa si li ha volat.

Diu: "vale, si no me funciona con esto (té un pape de pinocho) pruebo con esto (la bossa)"

"Quién sabe hacer nudos? (...) Me ayudas?" (necessita algú que li lligui els cordills al paper)

També demana ajuda al profe per fer nusos.



Ho prova. Està content, però no li agrada que se li quedi al mig (abans un nen ha aconseguit que li surti disparat).

Al cap d'una estona sento que diu

“Mira el mío” → està orgullós del que ha fet.

[també se sent un altre nen, en algun moment, que diu

“Lo he hecho yo, eh?”]

En un moment compara dos muntatges, el seu (groc) i un altre (taronja). “Batalla de 2!!”

Li demano al Biel que li pregunti què vol fer (jo crec que vol aconseguir que surti volant)

“(Ese?) llega hasta arriba, hasta el techo”

Es posa a treballar bastanta estona. En algun moment diu: “Vale, tengo una idea!!” (aixeca el braç mentre ho diu) “mira, estoy pensando en ponerle un plástico abajo”

(crec que aquí un nen li diu de fer un forat) “Muchas gracias por esta idea!”

“Pesa menos, pero da igual”

“Vamos a hacer otra cosa!”

“El mío vuela mogollón! (...) El de la “nosequé” no vuela nada...”

“lo que lo hace volar es esto”!

“Esto hace que no vuele”! (el forat) → després es posa a tapar-lo amb celo

“Esto flota?” (li pregunta a un nen que té el porexpan blau)

“Este es el mío!”

(...)

Es posa a comptar (com si comptés l'estona que està volant”

“Haz agujeros y dile a Pep que te lo ate” (és el que ha fet ell al principi i li diu a un altre nen per a que ho faci també).

Aplaudeix els èxits dels demés.

Sembla que sap que ha de fer que l'aire bufi perpendicular al full de paper

[marxa a un altre espai]

[hi ha entrevista]

Cas 2

(quan marxa el pèl-roig)

Nena amb cua

Sembla que fa coses bastant “estètiques”

Prova a que li voli. No li surt del tot (crec que abaixa les espatlles)

Capítol 10. Annexos

Torna al lloc.

Quan va al tub de vent, canvia de materials (no sé perquè, veure vídeo).

[Marxa]

Cas 3

No li vola. Prova de posar-hi una base (tapar el forat)

Un company li diu “tiene un agujero, tio! Por eso no vuela!”

[Desmunta i se'n va]

Cas 3b

El nen que li ha dit això últim continua.

Té clar com ho vol fer. No li funciona. Veu el que ha fet una altra nena (“Alas!”)

(Se'n va) (Torna)

Comença a treballar amb un got

[torna a marxar]

Cas 4

Mirar si veig alguna cosa en el cas de la nena amb la mitja melena negra que salta



Cas 5

Nen i nena que es posen a treballar junts

“Venga Dxxx, vamos aprobar lo nuestro”

[Marxen]

Cas 6

Nena que mira a la càmera? (crec que acompanya a la de la meleneta en la foto del cas 4)

Cas 7?

Després de parlar amb les profes, entrevisto a aquest nen, que mel destaquen perquè l'han vist molt content i normalment no riu. Veure si hi ha coses als vídeos!



Electricitat

Cas 1

Nena “faré un cotxe amb electricitat”

Ho vol fer tot ella.

Quan aconseguix fer el que volia amb les rodes, ella mateixa li diu a la monitora: “Tanto lío de cables? (...) Tenemos que poner bien los cables!” → em fa pensar en “Optimització” d’enginyeria

Li explica com funciona tot a un nen que arriba.

Cas 2?

“Ián, ayúdame a montar un coche” o les dues nenes que treballen juntes al voltant de la nena del Cas1

Cas 3

2 nens. Un diu “hay manuales o algo? (reforça la idea del que passa a l’espai d’electricitat)!”

Un dels dos nens (el de la foto de sota) em vol ensenyar el que fa. Se’n surt bastant bé. Fa bastantes coses, però acaba barallat amb un altre nen i se’n va (es barallen perquè hi havia molt poques dinamos).

En un dels intents ho desmunta tot perquè no li funciona i torna a començar (em sembla...)



Cas 4

Nen que treballa amb la Carla una estona. “He pogut construir moltes coses!”

“Hasta he hecho de 8 piezas” (em sembla que diu)

A aquest nen li faig una entrevista

Cas 5

Nen amb la gorra.

En un moment diu: “Es que, Dxxx, te he dicho que necesitas esto!”

07/06/2016



Observo l'espai **Bales-Pinball**

10h

Curs: 6è

Nº alumant: 47

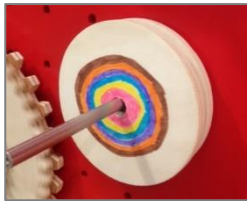
Nº acompanyants: 2 mestre i 1 acompanyant

[Notes previes:

- He fet una fot d'algunes creacions que ja hi havia al Tub de vent en què els nens/es han posat el seu nom



- També de com es decoren les peces



- Com que són de 6è, han deixat pocs exemples. Així estava la zona de bales:



- no he pogut prendre gaires notes perquè: hi havia molts nens als que no podia gravar i havia d'estar pendent de les càmeres, han anat molt ràpid (són de 6è, es nota la diferència), aquest espai és tan gran que no pots estar observant-ho tot a l'hora

Presentació per part de les monitores (Carla, Íngrid) (gravat en vídeo):

És molt breu (i els nens ho agraeixen!)

Un nen diu: "¿Cómo se crean ideas?"

Cas 1

“hay + cosas que palos”

Ho diu la nena de blau cel quan ja porten estona treballant posant només pals als forats.

La mateixa nena, al cap d’una estona “Tengo una idea, si lo ponemos así...”.

Quan ja tenen el circuit mig fet, van fent proves. En un moment, el tenen quasi com volen i el proven: “Vamos bien!per començar està bé”. Però ho desmunten tot i marxen (crec que perquè volen provar altres espais).



Crec que aquest cas dóna bastant de si...

Nota: Abans del següent cas hi ha dues nenes que també treballen força bé (segurament l’àudio de la gravadora ajudarà a entendre com es desenvolupa l’activitat...) No sé per quin motiu, estaven treballant bé i marxen del lloc

Cas 2

Nenes de la dreta.

Hi ha un moment (gravat amb la càmera de l’esquerra) que proven d’encaixar un embut i un tub. “¿probamos?”, “¿Nos ayudas?”

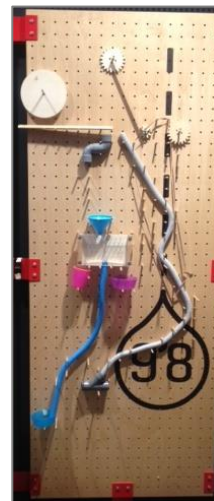
(la nena que entrevisto després)

“Ya lo sé, ya lo veo “ (després de mirar el grup del costat)

“Soy una minieinstein”

“Porfa, déjame probar!”

Acaben fent un muntatge bastant xulo



Cas 3

2 nens, 2a taula (estan molta estona. Potser a l'àudio hi ha molt informació).



Cas 4

2 nens, vertical dreta. (marxen)?



Cas 5

Nena sola vertical dreta (al costat del cas 4). Se li ajunta un nen i acaben fent un supermuntatge.



Cas 6

Nens esquerra

“Este se va!” Tenen problemes amb les gomes

Se'ls ajunta un nen: ““Coge demesiada potencia””



Cas 7

Nena sola (tota de negre). No sé si tinc prou info





Cas 8

Nen esquerra

Hi ha una nena amb pantalons curts texans i cabell negre molt llarg. Crec que no ha “creat” res. L’entrevisto.

“Cres que has après algo avui?” “Si”

“Què?” “A inventar coses...imaginar més”

08/06/2016  

Observo l’espai **Engranatges**

12h

Curs: 3r

Nº alumant: ?

Nº acompanyants: ?

[Nota prèvia: als engranatges falta algun material que “faci” algo, potser. Sinó, les proves que fan són pobres...]

Hi ha dos nens que no puc gravar:



Aquest està una estona a la zona d’engranatges. L’altre porta pantalons vermells i samarreta groga de l’escola, però crec que no el gravo en cap moment.

Cas 1

Nena cua rossa + nena vestida de rosa (pantalons curts).



La nena rossa té la iniciativa i sap més què fer. La de rosa es va enganxant cada vegada més. Em dóna la sensació que la rossa ja ha fet coses similars abans, la de rosa no. Al final entrevisto a la

Capítol 10. Annexos

de rosa (gravada en àudio) i també a la rossa, que em confirma que a casa seva fa coses així i que li agrada el Creativity perquè “Podem utilitzar la imaginació per crear!”.

Tota la conversa del que fan a la zona d'engranatges està gravada (Audio Cas 1)

Bona intervenció monitora (Marta) “Què voleu fer? (...) S'aguantarà? Segur que al carretó trobeu material que us pot anar bé”

La nena rossa vol mirar altres coses “Seguimos después?”

Quan els surt: “Bien! Chócala!” (i la xoquen. Em recorda molt a equip de bàsquet/esport. Tenen un objectiu comú).

“Es que no sé si...” “Probamos!” “Baja (?) El impulso!” (Nota: CC's?)

De nou, la rossa vol veure altres espais i la nena de rosa es vol quedar. Continua treballant sola.

Li ensenya a la mestra que li diu “Bé!” I la nena diu: “no, no, hem de fer més coses!”

Ara que s'ha quedat sola s'ha marcat l'objectiu de fer algo més. Comença a interactuar amb els materials de nou (abans, crec que duia la iniciativa la nena rossa).

Ve un nen alt amb samarreta del cole “Queréis ayuda? Ho fas sola? (?) Ho fas molt bé eh?”

Tornen les del cas 4 (que en un moment han vingut a mirar) “Fem que per aquí torni a pujar?”

La nena rossa torna en algun moment.

[pleguen una mica abans i es veu clarament que la nena de rosa no vol plegar. Quan l'entrevisto diu coses molt interessants!!]

Cas 2

“Podemos acabar esto?” (se'n va)

Cas 3

“¿Ésto como se pega?”

És una nena que li pregunta a tothom com fer les coses “¿Para qué sirve eso?”



En realitat està treballant a la zona de bales i acaba fent un circuit molt interessant (no sé si es pot veure gaire bé en el vídeo)



Cas 4

Nena amb camisa de flors i nena amb samarreta cole (se'n van)



09/06/2016  

Observo l'espai **tub de vent**

10h

Curs: 4t

Nº alumant: ?

Nº acompanyants: 3 mestres + 1 acompanyant (o mestra?)

Hi ha aquestes exemples:



Cas 1

Nen amb samarreta negra



[m'hi he fixat perquè estava molt concentrat i ha estat molta estona treballant, però quan parlo amb les mestres em diuen que és un nen que té adaptació en tot. En la càmera del tub de vent taula hi ha gravada la conversa que tinc amb una mestra i la cap d'estudi. Em parlen d'aquest nen i també d'un altre amb el cabell ros arrissat i amb ulleres grans negres, que s'ha estat molta estona fent un supercircuit a les bales. Sembla que és un nen que a classe no para...

La mestra li diu "No ho vols provar encara?" I el nen diu que no

No li surt el que vol fer (té clar que vol fer un tipus globus, però no li vola)

Al cap de molta estona diu a un nen "el mío se ha desmontado. ¿Me ayudas?"

Fa una prova amb el paper de bombolles (el bufa per veure què passa).

No li va...

Fa una idea similar al que feia però amb un got més lleuger. Li vola! (ho celebra molt!)

Al cap d'una estona té una conversa amb la mestra [aquesta mestra fa molt bones intervencions]

Sembla ser que no li agrada que li quedi tort (segons la profe, perquè hi ha un exemple (el blau i groc, veure fotos exemples) que vola molt recte. La profe li diu que per on entra l'aire ("pel costat") i per on creu que hauria d'entrar "per sota". Fa un forat... Però li segueix quedant tort.

Se'n va.

Cas 2

Nena que treballa sola.



Té conversa interessant amb el Biel (per què no li vola) [crec que estarà gravada a l'audio de material] tot i que trobo a faltar algunes coses (p.e.: Per què creus que no voles? Mira els altres exemples...)

Ho desmunta i torna a provar amb papers sols. Li vola. Se'n va.

Al cap d'una estona torna i intenta fer volar el seu jersei...

Cas 3

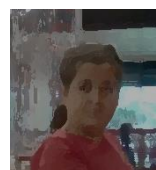
Nena que arriba una mica més tard. "Eh chicas!" (es veu molt clar que mira els exemples).

Crec que té molts episodis de "no vuela"!... al final "vuela". I va a ensenyar-ho a la mestra.

No li agrada que se li giri. La mestra li diu que faci un forat al got. No li funciona. "voy a hacer otro". Prova de fer volar un got sol Prova de fer volar un tros d'espuma blanca.

Cas 4

Crec que està molta estona sense fer res... I va mirant molt als altres.. No sé si al final li vola el que ha fet, però se'n va amb un gest d'avorriment. Torna al cap d'una estona.



Al final he intentat entrevistar a aquesta noia, però no ha volgut parlar (tenia un comportament molt estrany).

Tancament

"Al principi crèieu que us costaria?" Nens "Si!"(No ho he pogut gravar)

Una de les nenes diu que no li volava (cas 2). El Biel li diu "i què has fet?". "He mirat altres materials"

Interessant revisar el vídeo d'aquest tancament, com el Biel destaca:

- mirar el que s'ha fet
- Provar
- Col·laborar

Fotos interessants:

Museu de les caniques. Aquest exemple és superinteressant: han començat fent un circuit normal i, en un moment, els ha quedat una canica penjant i han decidit replicar aquesta posició perquè (entenc) els ha semblat estèticament maca. Han acabat construint un museu de caniques.



Aquest és el nen que la Directora destaca perquè a l'aula està molt dispers i aquí ha estat concentrat tota l'estona. Inclús els monitors ho destaquen.



Nota final: escoltar el vídeo de la Taula. Al final estic parlant amb la profe i la directora i diuen coses interessants que crec que van quedar gravades (com això d'aquest nen).

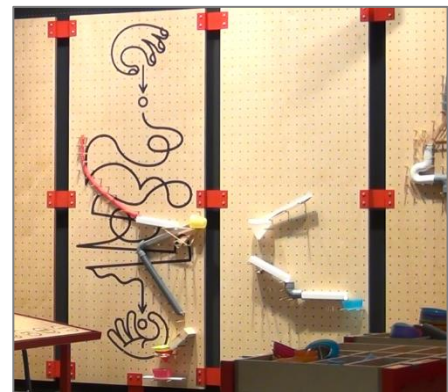
Entrevistes:



Entrevista Cas 1

Nen amb adaptació curricular. Jo no ho sabia però m'ha cridat l'atenció perquè ha estat molt "engaged". Quan l'entrevisto es nota les dificultats que té (i a mi no m'ho havia semblat!)

Entrevista mestres

(a banda del que hagi pogut quedar gravat al vídeo).



16/06/2016  

10h Electricitat

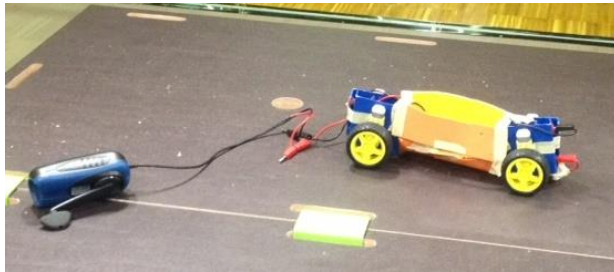
Curs: 4t

Nº alumant: 3 grups

Nº acompanyants: ?

General:

- Ha sigut una sessió molt mediada pel Biel
- Hi ha molts nens/es que ja havien vingut abans (?)
- Hi ha aquest exemple a la zona d'Electricitat



Introducció

Em falta gravar el principi: "Crear, construir, inventar... amb el vostre cap i els materials que trobareu

També diuen lo de "A casa podeu experimentar amb l'electricitat?"

Cas 1

Nen ros amb dèficit d'atenció.

Ha fet un procés molt maco de descobrir què fa cada material. Cap al final, torna



Cas 2

Nen amb jersey de ralles i nena amb ulleres.

Mestra" i si ho ajunteu?". Al final, marxen



Cas 3

Nena amb "tatoos" i samarreta rosa + nena amb samarreta de color ver clar

Treballen molt soles i en un moment criden a la mestra per ensenyar-li. Mestra: "I ara què podeu posar?" → Tot el que fan és més aviat artístic, no?

Marxen cap a l'stop motion. Tornen al cap d'una eston amb una altra nena



Cas 4

Nena amb cua i samarreta blava (hi ha un moment en què no li funciona el generador)

Se'n va... torna amb fustes. Biel: "I això com ho podríem enganxar?"

Aquesta nena, hi ha un moment que ensenya als nens del Cas 5A.



Cas 3 + Cas4 diàleg sobre CCs amb el Biel

Cas 5A

Dos nens rossos. Marxen i tornen amb un altre nen.

"Bueno va, què fem?" Li expliquen com va la placa solar. Tot el rato li sembla que no fa res. En un moment. "Mira què he creat! Això és nou!"



Cas 5B

Nen samarreta Mickey (va molt perdut).

Diàleg amb Biel.

Està estona però acaba marxant.



Cas 6

3 nens (polo vermell, jersay vermell i samarreta fulles).

No els he seguit gaire. Criden a la mestra.

Cas 7

Nens samarreta blava. Continua el que ha fet el nen del cas 5B.

Hi ha un moment en què mira als altres per insiparar-se.

Cas 8

Nen samarreta blau marí GAP

Cas 9

Nen samarreta Mickey (un altre) : "com és que no va això? Si aquest està connectat amb aquest i aquest amb aquest?"



Cas 10

2 nens (samarreta blanca i samarreta blava)

Juguen amb mols brunzidors. Estan una estona amb l'acompanyant, que els fa algunes preguntes. La profe acompanyant li diu al nen de la samarreta blanca que li expliquin una cosa a una nena.



Capítol 10. Annexos

Entrevista:

Nenes Cas 3

Mestres.

12h. Zona Bales

Cas 1

Nenes esquerra

Cas 2

Nenes mig

Nota: No sé perquè em vaig saltar el Cas 3

Cas 4A

Nens dreta. S'acaben separant (els que es queden al costat del Cas 5 no saben què fer).

Cas 4B

Tenen + idees

Cas 5

Nen sol dret. Busca molt entre els materials → sembla que s'inspira bastant mirant els materials.

No interacciona amb els iguals per res (vol treballar sol, no vol que l'ajudin). Al final, però, acaba ajudant a d'altres (és interessant aquesta evolució) **



Cas 6

Dreta del tot. Comenten què volen fer: "Doncs una cosa que baixi des d'aquí..."

** (en un moment li diuen al nen del Cas 5 (Sxxxx) "Has descobert que per a que giri s'ha de posar (no sequè) oi?) Sxxxx "Si!"

El nen dels cas 5 els torna a ajudar en un altre moment "no se us mou perquè està tocant aquí... a mi m'ha passat abans"

Nota: Relational equitat total!

Cas 7

Dues nenes a l'esquerra

Comencen a torcar el que ja han fet les del Cas 1

Entrevistes

Cas 5 (Sxxx): em sorprèn que se li dóna molt bé, però només menciona un joc de les seves cosines. Diu que no acostuma a fer coses com aquestes i no té clar si ho farà e un futur.

Segons la mestra és un nen “amb problemes”, que li costa una mica... En canvi aquí, per a mi, ho ha fet molt bé, ho pogut explicar coses als altres.

Cas2. Diria que és una de les nenes del cas 2 (ulleres, samarreta boles clors..). no ha tingut una intervenció especialment destacable, però per això l’he volguda entrevistar...



Annex III. Protocols d'observació utilitzats en la recollida de dades exploratòria

Protocol genèric

Versió final

| Taula d'observació CREATIVITY | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|----------------------|--|
| Dia: | | Hora: | | Número total grup: | | Número infants: | |
| Espai que s'ocupa: | | Gènere predominant | | Grup a observar: | | Temps que hi dedica: | |
| Electricitat | | Masculí | | Infant-infant | | Menys de 5 min. | |
| Tub de vent | | Femení | | Infant-acompanyant | | De 5 a 10 min. | |
| Engranatges | | Mixt | | Infant-monitor | | De 10 a 20 min. | |
| PinBall | | | | Infant sol | | Més de 20 min. | |
| Circuit bales | | | | Altres | | Altres | |
| StopMotion | | | | | | | |
| Ombres | | | | | | | |

| Sobre l'espai: | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Presentació inicial Creativity | | Presentació inicial espai observat | | Disposició inicial espai observat | |
| No hi ha límits | | Objectiu explícit | | Amb exemples | |
| Pensar amb les mans | | Objectiu implícit | | Sense exemples | |
| Autonomia/Llibertat | | Altres | | Altres: | |
| Altres | | | | | |

| Sobre el resultat final: | | | Sobre el component lúdic de l'activitat: | | |
|--------------------------|--|------------------------|--|--|--|
| Tipus de projecte final | | Es detecta frustració? | | Es focalitza més en el procés que en la creació final? | |
| Funcional | | Sí | | No es detecta por a fallar? | |
| Creatiu | | No | | Atenció lliure? | |
| Cap | | | | Iniciativa pròpia? | |
| Altres | | | | Diversió (acudits, fantasia...)? | |

Notes:

| Taula d'observació CREATIVITY | | | |
|---|---|----------------------------------|----------------------|
| EXPLORACIÓ PROGRESSIÓ D'APRENTATGE | | | |
| | Connotació Funcional (Disseny, Enginyeria...) | Connotació Indagativa (Ciències) | Connotació Artística |
| Estadi 1: "Joc" Quant a aprenentatge d'ús d'eines: Relacionat amb <i>Explorar,</i> <i>Familiaritzar-se,</i> <i>Fer (sense objectiu clar)...</i> | | | |
| Estadi 2: HOTS* Quant a aprenentatge habilitats cognitives superiors (lligades al disseny funcional i/o artístic i/o a la indagació): Relacionat amb <i>Marcar un objectiu,</i> <i>Provar, Planificar,</i> <i>Comprovar, Crear...</i> <i>* higher order thinking skills</i> | | | |
| Estadi 3: Empoderament (Agency). Relacionat amb Autonomia, Sensació d'èxit, Frustració... | | | |
| Determinació objectiu | | | |
| Sugerit per la tasca | | | |
| Definit de forma autònoma | | | |
| Sorgit de la interacció (suggeriment adult/igual, observació d'altres,...) | | | |
| Altres | | | |
| | | | |

Capítol 10. Annexos

| Taula d'observació CREATIVITY | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
| INTERACCIONS | | | |
| | Entre iguals (mateixa edat) | Entre iguals (diferent edat) | Amb adults |
| Executar ordres/Assistir | | | |
| Dirigir | | | |
| Demandar ajuda | | | |
| Observar d'altres | | | |
| Compartir | | | |
| Explicar | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Altres | | | |
| | | | |

Versió 2

| Taula d'observació CREATIVITY | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|----------------------|--|
| Dia: | | Hora: | | Número total grup: | | Número infants: | |
| Espai que s'ocupa: | | Gènere predominant | | Grup a observar: | | Temps que hi dedica: | |
| Electricitat | | Masculí | | Infant-infant | | Menys de 5 min. | |
| Tub de vent | | Femení | | Infant-acompanyant | | De 5 a 10 min. | |
| Engranatges | | Mixt | | Infant-monitor | | De 10 a 20 min. | |
| PinBall | | | | Infant sol | | Més de 20 min. | |
| Circuit bales | | | | Altres | | Altres | |
| StopMotion | | | | | | | |
| Ombres | | | | | | | |

| Sobre l'espai: | | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Presentació inicial Creativity | | Presentació inicial espai observat | | Disposició inicial espai observat | |
| No hi ha límits | | Objectiu explícit | | Amb exemples | |
| Pensar amb les mans | | Objectiu implícit | | Sense exemples | |
| Autonomia/Llibertat | | Altres | | Altres: | |
| Altres | | | | | |

| Sobre el resultat final: | | | | Sobre el component lúdic de l'activitat: | | | |
|--------------------------|--|------------------------|--|--|--|--|--|
| Tipus de projecte final | | Es detecta frustració? | | Es focalitza més en el procés que en la creació final? | | | |
| Funcional | | Sí | | No es detecta por a fallar? | | | |
| Creatiu | | No | | Atenció lliure? | | | |
| Cap | | | | Iniciativa pròpia? | | | |
| Altres | | | | Diversió (acudits, fantasia...)? | | | |
| | | | | | | | |

Notes:

| Taula d'observació CREATIVITY | |
|--|---|
| EXPLORACIÓ PROGRESSIÓ D'APRENTATGE | INTERACCIONS |
| Quant a aprenentatge d'ús d'eines: Relacionat amb <i>Explorar, Familiaritzar-se, Fer (sense objectiu clar)...</i> | Relacionat amb <i>Fluidesa de Rols, Lideratge, Treball en equip...(Executar ordres/Assistir, Dirigir, Demanar ajuda, Observar d'altres, Compartir, Explicar...)</i> |
| Quant a aprenentatge procés disseny funcional: Relacionat amb <i>Marcar un objectiu, Provar, Planificar, Comprovar, Crear...</i> | |
| Quant a aprenentatge procés disseny artístic: | Empoderament (Agency). Relacionat amb <i>Autonomia, Sensació d'èxit, Frustració...</i> |
| fenòmen: Relacionat amb <i>Marcar un objectiu, Provar, Planificar, Comprovar (Prediccions/Hipòtesis...), Comparar...</i> | Altres |
| | |

Versió 1

| | | | Engranatges | Màquina de bales | Pinball | Tub de vent | Electricitat | Ombres | Stop Motion |
|---------------------|----------------------|--------------|-------------|------------------|---------|-------------|--------------|--------|-------------|
| Materials | Grau de familiaritat | Alt | | | | | | | |
| | | Baix | | | | | | | |
| | Grau de lliberat | Alt | | | | | | | |
| | | Baix | | | | | | | |
| Tecnologies | Bàsiques | | | | | | | | |
| | Sofisticades | | | | | | | | |
| Tasca | Explícita | | | | | | | | |
| | Implícita | | | | | | | | |
| | No definida | | | | | | | | |
| Interaccions | Facilitadors | Passiu | | | | | | | |
| | | Supervisor | | | | | | | |
| | | Dinamitzador | | | | | | | |
| | | Educador | | | | | | | |
| | | Autoritari | | | | | | | |
| | Iguals | Inexistent | | | | | | | |
| | | Homogeni | | | | | | | |
| | | Heterogeni | | | | | | | |
| | Adults | Inexistent | | | | | | | |
| | | Expert | | | | | | | |
| Novell | | | | | | | | | |
| Connotació | | | | | | | | | |
| Impactes potencials | | | | | | | | | |

Protocol adults

| | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| CASOS | | | |
| Motivació | | | |
| Contents | | | |
| Agrada | | | |
| No agrada | | | |
| Autonomia | | | |
| Suport tècnic | | | |
| Suport procés | | | |
| Suport idees | | | |
| Sense suport | | | |
| Creativitat | | | |
| Funcional | | | |
| Artística | | | |
| Enfocament | | | |
| Divertir-se | | | |
| Crear | | | |
| Construir | | | |
| Aprendre | | | |
| Grau de diàleg | | | |
| Verbal | | | |
| No verbal | | | |
| Visual | | | |
| Multimodal | | | |
| Grau llibertat | | | |
| Total | | | |
| Semidependent | | | |

Capítol 10. Annexos

| | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|--|
| Semidependent | | | | |
| Nul·la | | | | |
| Rol infant | | | | |
| Actiu | | | | |
| Passiu | | | | |
| Guiatge | | | | |
| Total | | | | |
| Parcial | | | | |
| Nul | | | | |
| Domini acció | | | | |
| Total | | | | |
| Parcial | | | | |
| Nul | | | | |
| Gestió frustració | | | | |
| Abandona | | | | |
| Demana ajuda | | | | |
| Intenta altre manera | | | | |
| Observa treball d'un altre. | | | | |
| Sensació d'èxit | | | | |
| Sí | | | | |
| No | | | | |
| Producte final | | | | |
| Sí | | | | |
| No | | | | |

Protocol espais

| | | Túnel de vent: | Mecànica: | Electricitat: |
|------------------------|---------------------|----------------|-----------|---------------|
| Ambient lúdic. | | | | |
| Iteració (prova-error) | | | | |
| Interacció | | | | |
| Tasca | Exemples: | | | |
| | Explicació inicial: | | | |
| Materials | | | | |

| | Tub de vent: | Mecànica: | Electricitat: |
|--------------------------------|--------------|-----------|---------------|
| 1. Exploració. | | | |
| 2. Plantejament de l'objectiu. | | | |
| 3. Avançament cap al objectiu. | | | |
| Èxit? | | | |

Annex IV. Permisos d'enregistrament sol·licitats a les escoles observades en la segona fase de la recollida de dades

Benvolguts/des,

Per tal de potenciar i optimitzar el nou espai Creativity de CosmoCaixa, la Fundació Bancària "la Caixa" ha encarregat la seva anàlisi i avaluació.

Aquesta tasca d'anàlisi del taller *Creativity* serà realitzada pel Centre de Recerca per l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM). Es tracta d'un Centre Especial de Recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona que té per finalitat fomentar una millor alfabetització científica, matemàtica i tecnològica de la població i a analitzar l'orientació que es dona a l'ensenyament i la difusió de la ciència.

Per tal de dur a terme les esmentades tasques, el CRECIM requereix enregistrar alguns tallers en vídeo per, amb posterioritat, analitzar-ne els resultats. El contingut d'aquestes gravacions s'utilitzarà única i exclusivament com a material informatiu per a l'equip investigador i per als monitors i responsables de l'espai *Creativity*.

Per aquest motiu, adjuntem el següent document, amb la finalitat de recavar l'autorització dels representants legals dels nens/es menors d'edat que acudeixin a l'espai *Creativity* de CosmoCaixa.

AUTORITZACIÓ-CESSIÓ GRATUÏTA DE DRETS D'IMATGE

El Sr/la Sra., major d'edat, amb plena capacitat d'obrar, amb DNI, i domicili a, pare/mare/tutor/a de l'alumne/a

AUTORITZA el CRECIM a enregistrar en vídeo el transcurs de l'activitat en l'espai Creativity en el qual pot aparèixer la imatge del seu fill/a, amb la finalitat de poder dur a terme les tasques internes d'anàlisi i d'avaluació del mateix.

El contingut d'aquestes gravacions s'utilitzarà única i exclusivament coma material informatiu per a l'equip investigador i per als monitors i responsables de l'espai *Creativity*. Per aquest motiu, l'enregistrament no serà difós en cap tipus de mitjà ni en cap suport.

....., a de de 2016

Sr/a.

Annex V. Guions de les entrevistes semiestructurades portades a terme en la segona fase de la recollida de dades

Facilitadors i facilitadores

| | Objectiu |
|--|--|
| Dades generals | |
| - Podries si us plau especificar quina és la teva formació? | |
| - Quina era la teva experiència en docència (formal/no formal/informal) abans de començar a treballar al Creativity? | |
| - Quina experiència prèvia tens en el CosmoCaixa? | |
| 1. Com definiries què és el Creativity? | Volem veure si la seva descripció ha evolucionat: tenim la descripció per exemple de la Íngrid de la formació del primer dia, també el que destacaven a les primeres intros,...] |
| 2. Quin creus que és el paper dels facilitadors i de les facilitadores en una activitat Creativity? | Volem veure què destaquen del seu rol: ajudar, incentivar,...? |
| Podries posar algun exemple? | Exemplificar per tenir clar a què es refereixen i com ho fan |
| Canvia si és escola/família? | |
| 3. Quins consells dones/donaries a un/a monitor/a que entrés nova demà al Creativity? | Pregunta indirecta per tal de veure què destaquen, ajudar a validar respostes anteriors,... |
| 4. Creus que la teva forma d'intervenir en el Creativity ha evolucionat al llarg del temps? | Evidenciar si s'han modificat els models d'intervenció a mida que l'espai anava madurant |
| En cas afirmatiu, en quins aspectes i per què? | |

Nens i nenes (no incloses en l'anàlisi final)

| | Objectiu |
|--|--|
| 1. Com explicaries a un company o companya de l'escola que no ha pogut venir què és el Creativity? | Saber què destaquen, amb què s'han quedat... |
| | |
| 2. I què has fet durant l'estona que hem estat aquí? (com ho explicaries?) | Saber si identifica les fases |
| Coneixies els materials? Què has fet per conèixer-los? | Aprofundir en fase exploració |
| He vist que has estat treballant en... Has sapigut què fer des del principi? En què t'has inspirat? | Aprofundir en la fase de definir objectiu |
| Quines dificultats t'has trobat? Com les has superades? (has fet proves, has demanat ajuda, t'has plantejat preguntes, ...) | Aprofundir (una mica) en la fase d'avançament cap a l'objectiu |
| | |
| 3. Com creus que se't dóna això de dissenyar i crear/construir coses? | Tractar el tema de l'apoderament |
| Abans de venir al Creativity, havies fet alguna creació igual o participat en alguna activitat similar? | Idem (terme "sensitivity" de l'Agency by Design) |
| T'imagines ara fent creacions com aquestes (a casa, a l'escola...)? | Per recollir inclination (want) i capacity (can) |
| | |
| 4. Creus que has après alguna cosa? Quina? | Veure amb què s'han quedat |

Mestres, pares i mares (no incloses en l'anàlisi final)

| | Objectiu |
|---|--|
| 1. Per què heu triat visitar el Creativity? | Saber si hi troben potencialitats específiques |
| El coneixíeu anteriorment? | Valorar grau de coneixement del Creativity abans de la visita |
| | |
| 2. Què és el que destacaríeu de l'espai/activitat? | Identificar els destacats principals sobre l'espai Creativity (característiques, dinàmiques,...) |
| Per què? | |



“En el desordre hi ha l’art”

Arnau, 7 anys

“Fem servir la nostra ment”

Maria, 5 anys