



ProuNIMBY, una experiència d'ABP en el marc de les STEM amb valors a secundària.

Jordi Boixader i Subirana
Institut de Navarcles
jboixade@xtec.cat, jordi.boixader@insnavarcles.cat

Roger Camprubí i Cirera
Institut de Navarcles
rcampru3@xtec.cat, roger.camprubi@insnavarcles.cat

Resum • En el present article es descriu ProuNIMBY una seqüència d'Aprenentatge Basat en Projectes (ABP) dissenyada per aplicar continguts curriculars de Física i Química i Tecnologia a la sensibilització d'un problema social i que també afecta el dia a dia de l'institut: la generació evitable de residus. ProuNIMBY té el propòsit d'utilitzar coneixements curriculars per aplicar-los en un context real i provocar una reflexió sobre com es pot aconseguir un canvi d'hàbits en relació a la millora de la sostenibilitat. S'analitzen i es comenten els resultats obtinguts i es conclou quina és la incidència de la comunicació del coneixement científic obtingut en la posterior utilització de brics a l'institut i, per extensió, a la vida quotidiana de l'alumnat.

Paraules clau • ABP, STEM, Valors, secundària, sostenibilitat, residus.

ProuNIMBY, a PBL experience in STEM framework with values at secondary level.

Abstract • This article describes ProuNIMBY, a Project Based Learning (PBL) sequence designed to apply curricular contents of Physics and Chemistry and Technology to the awareness of a social problem and which also affects the day-to-day life of the institute: the avoidable generation of waste. ProuNIMBY aims to use curricular knowledge to apply it in a real context and provoke reflection on how a change in habits can be achieved in relation to improving sustainability. The results obtained are analysed and commented on and it is concluded what the incidence of communicating the scientific knowledge obtained on the subsequent use of bricks in the institute is and, by extension, in the daily life of the students.

Keywords • PBL, STEM, Values, secondary, sustainability, waste.

INTRODUCCIÓ

Aquest article descriu una seqüència d'Aprenentatge Basat en Projectes enfocada a l'aplicació de contingut de les matèries de Física i Química i Tecnologia de 2n de l'ESO durant 6 setmanes del segon trimestre.

Alhora té el propòsit d'educar per transformar. Fent-nos nostre el principi "Pensa globalment, actual localment", la seqüència busca aconseguir una reflexió de l'alumnat que es tradueixi en un canvi d'hàbit en relació a la utilització d'envasos bric d'un sol ús. Per a fer-ho, l'alumnat de 2n d'ESO indagarà el procés industrialitzat de reciclatge d'un producte tan complex com un bric i presentarà les conclusions dels treballs en un Congrés Científic a l'Auditori Municipal.

Abans d'entrar en matèria, un apunt del títol. NIMBY és un acrònim anglès que significa Not In My Back Yard (no al meu pati del darrere). Descriu la reacció de ciutadans que s'organitzen per enfrontar-se als canvis i projectes d'instal·lació en el seu entorn immediat d'infraestructures considerades com a perilloses o desagradables, ja sigui per causa de contrarietats personals o de perill real. L'acrònim prové de Nicholas Ridley, el secretari de Medi Ambient britànic sota Margaret Thatcher, en descriure la reacció de la població contra un projecte de modernització dels ferrocarrils, considerats obsolets per tothom al Regne Unit (Viquipèdia, Nimby). En el cas del present projecte, el "pati del darrere" és el propi centre (en especial el pati, valgui la redundància).

En aquest marc, un dels aspectes clau és l'elecció del context, és a dir, l'escenari que sigui capaç de generar la necessitat -important, perquè doni sentit i significativitat- d'entendre el fenomen que passa o solucionar el problema que es planteja.

Cal recordar que les ciències són una construcció elaborada a partir de regles de pensar molt específiques, i la ciència escolar també ha de tenir una estructura (de fer, pensar i comunicar) que faciliti el record i la transferència del que s'ha après (Izquierdo et al, 2010). En aquest sentit, la

part del Congrés Científic justifica el context de l'exposició pública a les famílies i a les autoritats locals (que no és un auditori qualsevol, sinó significatiu, òbviament).

Malgrat tot, un apunt final: la proposta d'un context rellevant per l'ABP suposa complexitats: l'aparició d'una "càrrega del projecte" i la generació de "romanents" dels objectius d'aprenentatge –que han de ser recuperats en algun moment fora del projecte– han de ser tinguts en compte (Domènech-Casal, 2016a).

LA METODOLOGIA ABP PEL TREBALL D'ACTIVITATS STEM

Aquest és un projecte d'indagació científica en el marc del reciclatge dels residus plàstics, però té la vocació de treballar (i avaluar) la competència científica en les seves 3 dimensions:

- Conceptual: en la mobilització de conceptes apresos en el trimestre anterior en relació a la separació de mesclures i al funcionament del laboratori (en el cas de la Química) [1] i processos i transformacions tecnològiques de la vida quotidiana (en el cas de la Tecnologia)[2].
- Procedimental: en la generació de preguntes investigables, disseny experimental i pràctiques de laboratori per dur-les a terme (química) i el procés tecnològic (tecnologia).
- Espistèmica: en la generació i validació de coneixement científic en comunitat científica a partir de l'elaboració d'un pòster científic a partir de les dades obtingudes (de cada grup i dels altres).

Quan es parla d'"aprenentatge Basat en Projectes (ABP)", actualment s'està parlant de metodologies molt diverses, encara que totes tenen alguns trets comuns. Segons Sanmartí i Márquez (2017), alguns dels més rellevants es relacionen amb el fet que:

- Es parteix de l'estudi d'alguna situació o problema contextualitzat.
- S'"investiga" per donar resposta a preguntes, dubtes o reptes, inicials o que van sorgint al llarg de la realització del projecte.

- S'aprèn, a partir del context i en resposta a preguntes, coneixements clau i transferibles a la interpretació i actuació en altres contextos.
- S'inclouen continguts i avaluacions autèntiques, amb objectius didàctics específics.
- Es dona als alumnes l'oportunitat de treballar relativament autònomament per períodes de temps extensos.
- El professor facilita però no dirigeix
- Es treballa en grups heterogenis i es promou l'aprenentatge cooperatiu i la reflexió.
- S'utilitzen eines per aprendre de manera interactiva, promovent l'ús de de tecnologies digitals (cognitives).
- Es finalitza amb alguna acció en l'entorn que planifiquen els propis estudiants.

A més a més cal tenir en compte que l'ABP implica no solament aspectes metodològics (com s'aplica), sinó també estructurals i logístics (com s'organitza un centre per treballar per projectes), que no sempre son fàcils (AAVV, 2019).

Pel que fa a les STEM, tot i que no hi ha gaires definicions acadèmiques d'alfabetització STEM, hom pot trobar entre les propostes, entitats i programes de promoció de l'educació STEM, tant a nivell formal com informal, diferents referències a aquest concepte. En general, les referències a l'alfabetització STEM destaquen dos aspectes clau: el fet que s'utilitzen conceptes i pràctiques de les

disciplines implicades (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques) i el fet que això es fa per comprendre i solucionar problemes (Couso, 2017).

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 (Couso, 2017).

L'ABP ha estat valorat com una metodologia privilegiada pel desplegament dels objectius STEM, en forma d'activitats d'Aprenentatge Basat en Projectes en les que participen dues o més matèries de l'àmbit STEM (Domènech-Casal, 2018).

Tot i així, no s'està exempt de les tensions entre allò que fa que el projecte STEM segueixi les característiques associades a l'ABP (p.ex. centrarse en el repte o demanda d'un producte final) i allò que fa que el projecte STEM promogui realment activitat STEM escolar (p.ex. que treballi continguts STEM i que es participi en pràctiques STEM) (Pérez-Torres et al, 2021).

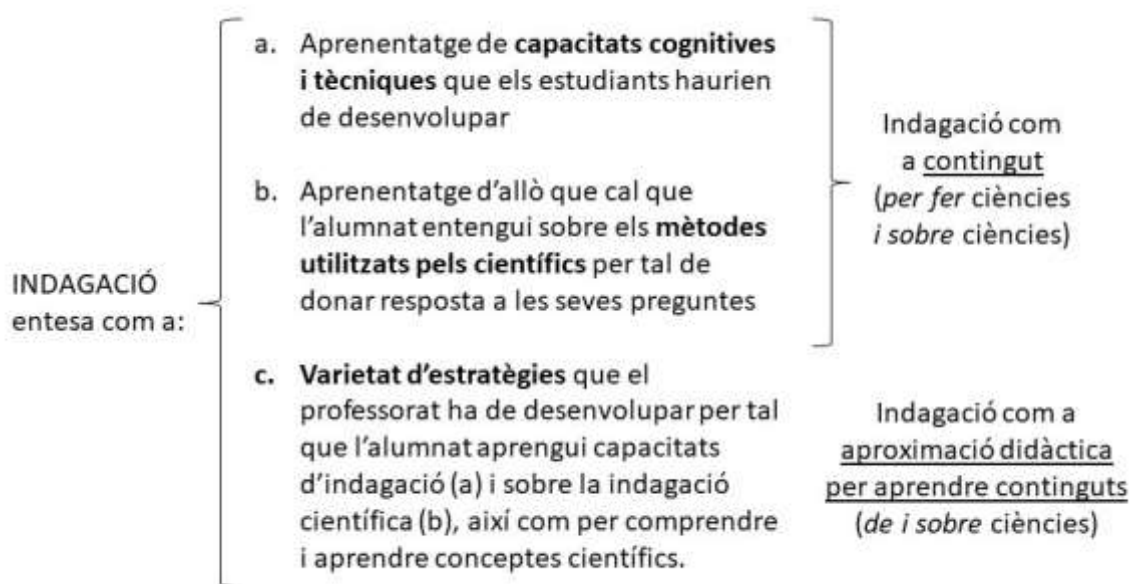


Figura 1. Esquema extret de Simarro *et al.*, (2013) i que representa les tres dimensions del concepte d'indagació en l'ensenyament de les ciències segons la literatura.

Cal tenir en compte que aquest és un ABP focalitzat molt en la indagació. Segons Couso et al. (2013), l'enfocament didàctic de l'Ensenyament de les Ciències Basat en la Indagació (ECBI; IBSE per les seves sigles en anglès [Inquiry-Based Science Education]) també permet treballar 3 dimensions (Figura 1)

ABP i Ensenyament de les Ciències Basat en la Indagació (ECBI) contenen elements d'interès per l'ensenyament de les ciències. D'una banda, l'ECBI suposa la incorporació d'aspectes procedimentals i epistemològics propi de les ciències. D'altra banda, l'ABP suposa el treball en contextos rellevants i l'aprenentatge dels models científics mitjançant la seva instrumentalització, no construcció, el que permet assegurar el treball amb conceptes i models ben formulats (Domènech-Casal, 2017).

Finalment, cal tenir en compte en el disseny que les evidències diuen que l'ABP, en especial en el marc de les STEM, perquè sigui una metodologia eficient en l'aprenentatge del contingut, és important treballar conceptes ja construïts prèviament i donar suport al treball autònom (ja sigui sol o en petit grup) sempre que es necessiti (Ferrero, 2019). Per aquest motiu, es van procurar un seguit de bastides i codocències (reals) en moments estratègics molt concrets, que s'expliquen a l'apartat de l'aplicació del projecte.

L'AVUACIÓ

Com en qualsevol activitat, i especialment en el marc de l'ABP, es treballen moltes competències, però només s'avaluen aquelles que s'han tingut en compte per elaborar els objectius d'aprenentatge (XCB, 2019a).

En l'ABP *ProuNIMBY*, les competències avaluades segons el Decret 187/2015 són:

- C4 de l'àmbit CT: Identificar i resoldre problemes científics susceptibles de ser investigats en l'àmbit escolar, que impliquin el disseny, la realització i la comunicació d'investigacions experimentals. (és la que té més pes).

- C6 de l'àmbit CT. Reconèixer i aplicar els processos implicats en l'elaboració i validació del coneixement científic.
- C9 de l'àmbit CT: Dissenyar i construir objectes tecnològics senzills que resolguin un problema i avaluar-ne la idoneïtat del resultat.

Com es detalla en el següent punt, hi ha tota una sèrie de bastides per ajudar tant a l'elaboració del producte, com a la praxis i a la reflexió, però es va deixar clara una premissa: "es pot treballar en grup però sempre s'aprèn individualment, perquè és el nostre cervell, el que entén les noves idees i les guarda a la memòria". Per aquest motiu, se'ls va presentar els productes finals però se'ls va comentar que "la nota" aniria associada només a La Carpeta d'aprenentatge. Així es va afuixar la tensió que provoca el treball en grup en molts



alumnes.

Figura 2: Diapositiva dels productes finals en la presentació a l'alumnat de l'ABP *ProuNIMBY*

Els criteris d'avaluació associats a la carpeta d'aprenentatge es van presentar en un una rúbrica (figura 3). També se'ls va comentar que la carpeta d'aprenentatge -que era en format Gsites- era un recurs exclusivament individual destinat a anar recollint les feines de cada setmana on la detecció i l'evidència de l'estratègia de superació de l'error és

QUALIFICACIÓ DEL PROJECTE SEGONS LA CARPETA D'APRENENTATGE

CRITERIS D'AVUACIÓ	Grau d'assoliment			Suggeriments per la millora
	SATISFACTORI Amb ajut	NOTABLE Autònomament	EXCEL·LENT Autònomament i de gran qualitat (paraules lliures i sense errades ortogràfiques)	
ERROR: són capaç d'identificar els errors i utilitzen-los per millorar l'aprenentatge.				
TREBALL EN GRUP: són capaç de reflexionar sobre aspectes positius i negatius (també en clau d'autoanàlisi) i de les estratègies que he fet perquè fos un treball productiu i evitar conflictes.				
APRENENTATGES: són capaç d'utilitzar el que he après (concepció clau) de durant el primer trimestre en aquest projecte.				
BASE D'ORIENTACIÓ: sé explicar i justificar els PASSOS A SEGUIR en el cas de voler PLANEJAR qualsevol investigació en un futur.				

el que tenia més pes per "la nota", i no pas la qualitat del producte final o del treball en grup.

Figura 3. Rúbrica de la carpeta d'aprenentatge

La carpeta d'aprenentatge tenia quatre pestanyes associades a uns graus d'assoliment

- Error: soc capaç d'identificar els errors i utilitzar-los per millorar l'aprenentatge.
- Treball en grup: soc capaç de reflexionar sobre aspectes positius i negatius (també en clau d'autocrítica) i de les estratègies que he fet perquè fos un treball productiu i evitar conflictes.
- Aprenentatges: soc capaç d'utilitzar el que he après (concepte clau) de durant el primer trimestre en aquest projecte (i detectar els nous aprenentatges, en el cas de Tecnologia).
- Base d'orientació: sé explicar i justificar els passos a seguir en el cas de voler planificar qualsevol investigació en un futur.

Els graus d'assoliment eren els següents:

- Satisfactori: Amb ajut (dels companys de grup o del professor).
- Notable: Autònomament (en general).
- Excel·lent: Autònomament i de gran qualitat (utilitzant paraules tècniques i sense errades ortogràfiques).

Pel que fa a tecnologia, també tenien un Diari de Taller que incorporaven regularment a l'estructura de la Carpeta d'Aprenentatge.

Cal dir que la pestanya de la "Base d'Orientació" era la única que no s'omplia setmanalment sinó que es va deixar pel final. La idea és que sigui el motiu per a l'estructuració definitiva dels sabers aplicats i apresos durant el projecte.

APLICACIÓ DE LA SEQÜÈNCIA DIDÀCTICA

El desenvolupament l'ABP a l'aula s'ha estructurat en 5 fases molt diferenciades que van ajudar molt a fer el seguiment del cronograma i la coordinació amb les col·laboracions externes:

- 1a La contextualització i el repte - Reflexió inicial sobre la generació i gestió dels residus.
- 2a La indagació I - El disseny experimental
- 3a La indagació II - L'execució experimental
- 4a La primera versió del pòster
- 5a El producte final - El Congrés Científic

1a. La contextualització i el repte – Reflexió inicial sobre la generació i gestió de residus.

El primer que es va fer va ser una reflexió al grup aula sobre la qualitat del centre, en especial el pati, respecte de la brossa que es podia trobar a terra, en especial, paper d'alumini i brics. Es va fer palès que l'Institut no era concebut com un espai de convivència propi, sinó com un espai "llunyà" que, si s'embruta, no afecta emocionalment, perquè no es considera com la casa pròpia.

Però, què passa amb tota aquesta brossa que no es recicla? On va a parar? Saben de sobres que va al Parc Ambiental, però tampoc es problema perquè també és un espai "llunyà" de casa seva. Però, què passaria si l'administració decidís construir-ne un a tocar de Navarcles? És evident que, ells i tot el poble, es mobilitzarien per evitar patir-ne les molèsties derivades, oi? Van entendre que això es coneix com el Síndrome NIMBY (Not In My Back Yard).

En aquest escenari, si es considerés el centre com un espai propi (no llunyà de casa) o, fins i tot, el mateix planeta (per què no?), ja no té sentit el concepte "el pati del darrera" (el lloc que ningú veu on van a parar el residus que generem). Una situació fregant la utopia que només se soluciona amb una sostenibilitat local, però d'arreu.

De seguida es va concloure que ProuNIMBY global, i fins i tot local, no seria aplicat de mutu propi. Es va detectar la necessitat de l'obligació. D'una norma. Va ser aleshores que, es va explicar a l'alumnat que, pel curs vinent, estava prevista una modificació de les Normes d'Organització i Funcionament de Centre (NOFC) per prohibir l'ús dels brics al centre (aquest curs s'havia enunciat que, per coherència amb l'escola de primària, es prohibia l'ús del paper d'alumini). Per tant, era important que hi hagués una norma i que aquesta fos comunicada de manera justificada a les famílies perquè fos acceptada naturalment.

Tot això es va concretar en un repte: *Convèncer a l'alumnat de 1r i a les famílies de 2n de prohibir l'ús de brics en el centre a partir d'un congrés científic.* I el convenciment s'havia de fer de manera justificada amb dades experimentals que demostrassin que era inviable que el reciclatge del

bric es pogués seguir en un procés industrialitzat. S'havia d'indagar per justificar si el procés de reciclatge és dubtós, tant per la separació dels materials (Química) com per la impossibilitat de generar-lo a través d'un procés industrial (Tecnologia).

El que generaria la necessitat i el sentit del projecte seria l'exposició pública a les famílies (i oberta al poble, en general) a l'Auditori de Navarcles, per justificar amb proves ni més ni menys que una modificació de les NOFC.

Per donar-hi el màxim de significativitat, es van preparar dues visites: una al Parc Ambiental de Bufalvent (Figures 4, 5 i 6) i l'altra a una empresa de reciclatge de plàstics d'ús industrial i agrícola, que està a 5 minuts a peu de l'institut (Figures 7 i 8).



Figura 4. Visita del Parc ambiental de Bufalvent a la zona del dipòsit controlat.



Figura 5. El dipòsit controlat és l'espai destinat a la fracció resta, on es va poder comprovar que estava plena de plàstics impropis d'aquesta fracció.



Figura 6. Detall de la premsa que compacta els plàstics abans de ser transportats a la planta de triatge (Berga) perquè se'n faci la tria (valgui la redundància) per a poder-se reciclar en altres instal·lacions. Es va fer notar

el transport associat a aquest procés i les conseqüències en les emissions generades).



Figura 7. Visita a les instal·lacions de l'empresa ANVIPLAS de Navarcles. Aquí, en petit grup, estaven escoltant la fase final del procés de reciclatge: la creació de la gransa, de forma i mida semblant a les lletnies.



Figura 8. Detall de la gransa que s'obté a partir del reciclatge de plàstics d'emballatges agrícoles i industrials i que servirà com a matèria prima per fer nous productes com bosses d'escombraries.



Figura 9. Moment d'instrucció directa en el qual es reflexionava sobre les visites fetes i es connectava amb la següent fase del projecte: el disseny experimental per a la separació dels elements que conformen el bric. L'objectiu principal era generar una bona pregunta investigable.

La primera va evidenciar les conseqüència de la no separació dels tipus de residus i la segona la dificultat de reciclatge d'un producte tan complex i variat com són els plàstics, motiu pel qual s'havien especialitzat en el reciclatge d'un tipus de plàstic concret. Allí ja es va començar a reflexionar sobre la complexitat de generar un procés industrialitzar de reciclatge de brics.

2a. La indagació I – El disseny experimental

Aquesta fase és un exemple claríssim en el qual el treball en petit grup pot ser totalment estèril si no hi ha un bon acompanyament, tant del docent per solucionar dubtes, com d'unes bastides que estructurin la feina a fer (figura 9).

Formular preguntes investigables és una activitat escolar que afronta dues dificultats: el context i models inicials i la "investigabilitat" de les preguntes. Per això el context i el repte han estat tan importants. Pel que fa al context i models inicials quan demanem als alumnes que es formulin preguntes sense oferir-los un context o situació de partida, creem una fal·làcia. Els científics no "inventen" preguntes del no-res, sinó que les formulen davant una sèrie d'evidències que mostren contradiccions, semblances entre si o en relació amb altres fenòmens i models previs (Domènech-Casal, 2016b).

Per això va ser un dels moments identificats com a estratègics, on hi va haver, gràcies a la col·laboració de les tècniques del Camp d'Aprenentatge i del Consorci de Residus (que havien participat en el disseny de l'ABP i, per tant, eren perfectament coneixedores de l'activitat) fins a 4 docents a l'aula durant la primera sessió d'aquesta fase (que va durar-ne entre dues i tres) (Figura 10). Els objectius d'aquesta fase eren:

- Generar una bona pregunta investigables, és a dir, aquella que parteixi d'una hipòtesi susceptible de poder-se dirigir a les variables que participen al fenomen (Domènech-Casal, 2016b). Suport amb co-docència.
- Taula de variables amb la bastida (Domènech-Casal, 2016b) del trimestre passat per identificar les variables independents, la dependent i les control.
- Diagrama de fases de l'experiment: suport amb la bastida del trimestre passat per recordar com esquematitzar la separació dels elements d'una mescla en cada procés (Figura 11).
- Rèpliques conjunturals: amb el suport de co-docència posar en valor que hi hagi grups que coincideixin en la hipòtesi i el disseny fins al punt de convidar-los a consensuar-ho per poder

obtenir el màxim de dades possible per elaborar les conclusions (fer ciència en comunitat).



Figura 10. Treball en petit grup per a l'elaboració del Disseny experimental amb co-docència de les tècniques del camp d'aprenentatge del Bages i del Consorci de Residus.

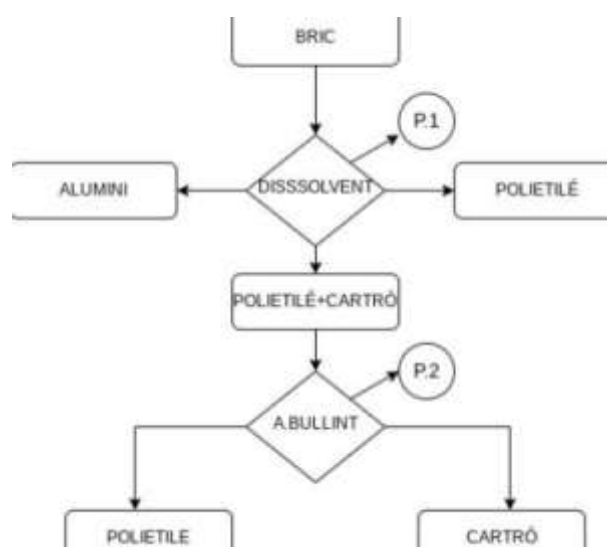


Figura 11. Diagrama de fases del disseny experimental d'un dels grups (P= procés de separació de les capes contingudes en una mostra d'un centímetre quadrat de bric).

3a La indagació II – L'execució experimental

La primera de les dues o tres sessions de l'execució experimental l'alumnat també va poder gaudir de la codocència de les tècniques del Camp d'Aprenentatge i del Consorci de Residus. Aquest fet va ser molt important perquè cada grup no es quedés encallat i tingués l'oportunitat de verbalitzar el procés que estava duent a terme.

Aquesta fase va ser la primera on la detecció d'errors (la diferència entre les prediccions del disseny i la realitat de l'observació) es va posar en valor per la carpeta d'aprenentatge ("la nota") i per descarregar pressió en el cas de resultats indesitjables o dissenys equivocats.

Les figures següents (12 - 15) mostren diferents moments d'aquesta fase.



Figura 12. Grup preparant la mostra per utilitzar-la a l'emmotlladora de l'aula – taller.



Figura 13. Grup fent proves abans de la realització definitiva amb aigua calenta. Les dades obtingudes les farien servir per redefinir el disseny, si fos el cas.



Figura 14. Anàlisi de la facilitat de separació de les capes de la mostra.



Figura 15. Detall dels resultats obtinguts després de la realització experimental: Separació de les capes d'una mostra de bric a través d'aigua bullint i, posteriorment, utilitzant una solució d'àcid clorhídric 1M.

4a La primera versió del pòster

L'elaboració del pòster és un dels moments més importants d'estructuració de l'aprenentatge durant el projecte (juntament amb l'elaboració, al final, de la base d'orientació). Per tal de poder-ho aprofitar com un moment estratègic de l'avaluació formadora a través d'una activitat de co-avaluació, era imprescindible que s'utilitzés el mateix format. En aquest, sentit, es va utilitzar una plantilla de pòster científic realitzada de Colin Purrington (<http://colinpurrington.com/tips/academic/posterdesi gn>) traduïda i adaptada per en Jordi Domènech-Casal.

Per donar-hi sentit, la primera versió del pòster és la que es va utilitzar per assolir la primera part del repte i comunicar els resultats a l'alumnat de primer. Per donar-hi més importància, aquesta comunicació no es va fer al centre sinó que es va fer a la Sala Petita de l'Auditori, on en poques setmanes, ho farien a les seves famílies a la Sala Gran (Figura 16 i 17).



Figura 16. Sala petita de l'auditori on l'alumnat de 2n feia la presentació dels resultats experimentals a l'alumnat de 1r.

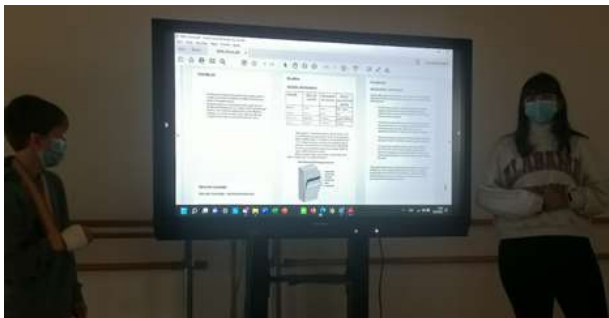


Figura 17. Detall de la presentació dels resultats experimentals amb el suport del pòster científic.

Aquesta exposició també va ser com un gran assaig pel dia del congrés final. De la mateixa manera que el pòster, havia de servir per recollir errades i altres aspectes millorar. Malgrat que 2n A, feia l'exposició a 1rA, 2nB a 1rB i 2nC a 1rC, s'era conscient que era una exposició monòtona i es va acordar que cada grup tenia 3 minuts per fer-la. Els assajos previs autoregulats en diferents espais del centre i amb cronòmetre va ser la tònica (volguda i demandada) de les dues sessions anteriors a aquesta exposició.

Després de l'exposició es va fer una revisió per part del docent pòster per pòster i en grup aula. Després de la reflexió, cada grup tenia l'oportunitat de canviar el que considerava oportú. De manera individual, també era un moment estratègic per recollir evidències a la carpeta d'aprenentatge. A més, cada grup tenia l'oportunitat de justificar la feina i els altres de fer aportacions.

5a El producte final – El congrés científic

Finalment, després d'introduir tots els canvis considerats i d'unes quantes pràctiques autoregulades més, va arribar el gran dia de les presentacions a les famílies.

Aquell divendres a la tarda va ser una gran tarda: famílies emocionades i contentes, alumnat emocionat i no necessàriament content, i la sorpresa que els màxims representants de les

autoritats locals -el senyor batlle i el regidor d'educació- assistien al Congrés (Imatges 18 i 19).

I va sortir rodat! (perdoneu l'expressió). Com no podia ser d'una altra manera, les qualitats no eren les mateixes però el que sí que va ser el mateix és que cada grup va donar el millor d'ell mateix segons les particularitats del grup i dels membres que el conformen.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Després del projecte es va fer una revisió amb l'equip docent participant i es van detectar els següents punts forts i punts febles:

Figura 18. Escenari de l'auditori que podia veure



l'audiència de les butaques.



Figura 19. Disseny visual de la presentació del congrés científic al document penjat al Youtube. Es veu el detall tant del grup d'alumnes com del producte final que fan servir de suport.

Punts Forts (per mantenir o potenciar).

- Vinculació del repte del projecte amb les famílies: d'una banda ha generat la necessitat d'aprenentatge i de l'altra a acostat a les famílies als aprenentatges.
- Vinculació dels objectius d'aprenentatge a contingut del trimestre anterior. Hi ha proves d'aprenentatge profund pel que fa a les competències avaluades i relacionades amb la Figura 1. Pel que fa a les pràctiques científiques i a la utilització dels coneixements del primer trimestre (separació de mesclures al laboratori a través de les propietats de les substàncies) s'ha observat que la indagació en aquest projecte n'ha reforçat enormement la consolidació (indagació con a contingut per fer ciències). Pel que fa a l'aprenentatge epistemològic de la ciència (validació del coneixement; indagació com a aproximació de i sobre la ciència) també hi ha proves que va ser profund, segons les evidències recollides d'un parell de preguntes a l'examen final de curs, on es parlava de la ciència com a constructe social i de la importància de les rèpliques per la validació de les hipòtesis (preguntes que ells no sabien que es farien i que els van respondre amb el seu nou "sentit comú").
- Tenir cada sessió preparada. Tenir clar quin és el discurs d'arrencada i com vincular-lo als objectius generals i a les sessions anteriors.
- En consonància amb el punt anterior, explicitar els objectius de la sessió (contextualitzant-los amb el moment del projecte) ha estat clau per una bona gestió d'aula en el treball en petit grup.
- Ser conscient que l'autonomia de l'alumnat en el treball persona (carpeta d'aprenentatge) i en el petit grup també ha estat molt relacionada al fet que és un projecte d'aplicació de coneixements.
- Les sortides han fet que el repte sortís de "les parets" del centre.
- En els moments estratègics del projecte (disseny i realització experimental) la codocència i píndoles d'instrucció directa vinculades a l'evocació de coneixement previ han estat clau per un bon acompanyament de tots els grups.
- La primera versió del pòster i la comunicació amb els de primer fa facilitar enormement una autoavaluació i una coavaluació reguladora i autònoma de l'alumnat.

Punts Febles (per evitar o millorar).

- Millorar la freqüència dels retorns de la carpeta d'aprenentatge per fer retorns (avaluació formativa). Un retorn setmanal individual es consideraria l'òptim (més enllà dels retorns puntuals durant les sessions de treball).
- Cal planificar com aconseguir una construcció col·lectiva dels objectius i dels criteris d'avaluació i no una simple transmissió, per tal que se'ls puguin fer realment seus (XCB, 2019b).
- És un ABP on el context no es pot replicar i s'ha de modificar cada curs. Cal anar alerta amb això perquè és un dels aspectes del disseny que necessita més temps de planificació.
- El procés tecnològic ha quedat força desdibuixat a les fases d'indagació, limitant-se només al disseny i la construcció d'un sedàs per un taller de reciclatge de paper (la idea original era intentar dissenyar processos per reciclar cadascun dels materials que prèviament s'havien separat del bric). Aquesta és una de les tensions esmentades a la metodologia.
- En el Congrés, malgrat els òptims recursos tecnològics i d'espai i que cada grup tan sols hi dedicava 3 minuts, es va fer una mica monòton (ja se sabia que, si no fos per la incondicionalitat de les famílies per veure els seus fills, no hauria estat un format sostenible en l'atenció del públic).
- Malgrat hi ha hagut evidències d'un aprenentatge durador, no hi ha hagut canvis en la conducta i les papereres i el pati continuen plens de brics en el tercer trimestre (anàlisi qualitatiu). Es constata que la transformació no és una tasca fàcil.
- Cal millorar la interrelació amb les famílies, i que no siguin uns mers espectadors; que puguin donar un retorn o, encara millor, participar d'alguna manera durant el projecte. No cal perdre de vista que el propòsit d'educar per transformar (hàbits) que s'apuntava a la introducció.
- La rúbrica que s'ha utilitzat pot ser útil per alumnat que encara no està molt habituat a autoavaluar-se (pocs ítems i clars). Tot i així, els graus d'assoliment s'enfoquen en aspectes que potser necessitarien un grau de concreció més alt. En especial, el nivell excel·lent "utilitzant paraules tècniques i sense errades ortogràfiques" no implica que l'alumne hagi desenvolupat un millor treball en grup, un millor aprenentatge o gestió de l'error que un altre que faci errades o no utilitzi un vocabulari tècnic.

DE CARA AL CURS VINENT...

S'ha considerat que aquesta experiència ha estat positiva per l'alumnat de l'Institut de Navarcles, sobretot perquè ha pogut experimentar altres maneres d'aprendre. No només hi ha hagut èxit en la consolidació del contingut, sinó que ha permès treballar altres habilitats com el treball real cooperatiu en grup i l'exposició pública en un auditori impressionant (d'impressió) i més enllà de les parets de les aules.

Alhora, també s'ha considerat una experiència molt positiva per acostar les famílies a l'aprenentatge dels seus fills i filles, tal i com ens han comunicat posteriorment, reforçant així la Comunitat Educativa de Navarcles.

De cara el curs vinent, doncs, es té la intenció de mantenir l'estructura i el format, encara que s'ha de canviar el context. En aquest sentit, tot apunta que estarà vinculat amb l'energia i la construcció d'un dispositiu que sigui útil per al poble. Tot i així, és una idea que es concretarà a l'inici de curs vinent.

AGRAÏMENTS

Volem agrair la col·laboració a diferents entitats sense les quals aquest projecte no hagués tingut les condicions necessàries per haver-lo pogut desenvolupar amb sentit ni significativament:

- A les tècniques del Camp d'Aprenentatge del Bages i del Consorci de Residus, per ajudar-nos a la contextualització del projecte i a la co-docència en les fases.
- A l'empresa ANVIPLAS per mostrar-nos les seves instal·lacions de manera tan pedagògica i totalment altruista.
- I, finalment, a l'Ajuntament de Navarcles per cedir-nos el Teatre Auditori Agustí Soler i Mas per poder dur a terme el Congrés i per la presència del senyor batlle i el regidor d'Educació.

BIBLIOGRAFIA.

- AAVV (2019). Organizar e impulsar un centro de secundaria hacia el trabajo por proyectos. *Aula de Secundaria*, (31), 27-31.
- Simarro, C., Couso, D. i Pintó, R. (2013). Indagació basada en la modelització: un marc per al treball pràctic. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (25), 35-43.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (34), 22-30.
- Domènech-Casal, J. (2016a). Contexto y modelo en el aprendizaje basado en proyectos: apuntes para el ámbito científico. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (98), 71-76.
- Domènech-Casal, J. (2016b). De l'epiteli de ceba a la indagació. Un marc per a construir pràctiques investigadores cap a la Competència Científica. *Ciències: revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (32), 12-22.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42.
- Izquierdo, M., Tortosa, M. i Merino, C. (2010). Fer química. *Educació Química* (5), 39-45.
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C. i Domènech-Casal, J. (2017) un congreso científico en secundària: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, (91), 72 - 89
- Pérez-Torres M., Couso D. i Márquez C. (2021) ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1301.
- Sanmartí, N. i Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Xarxa de competències bàsiques (2019a). Objectius d'aprenentatge, criteris i indicadors d'avaluació. Departament d'Educació (Generalitat de Catalunya).

Xarxa de competències bàsiques (2019b). *El treball per projectes: aprenentatge autèntic*. Departament d'Educació (Generalitat de Catalunya)

#CienciaLaRioja20 (2020, 19 de noviembre). *Educación informada desde la investigación*. [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=QxmsNI9EiwA>

NOTES

[1] Al primer trimestre es van introduir a partir de pràctiques instrumentals i demostratives sobre la separació de mesclures segons l'estructura POE (Predicció, Observació i Explicació) fonamentat (modelitzant) en el model de matèria i les seves propietats.

[2] En aquest cas es van treballar els materials i les seves propietats, en especial els tipus de plàstics i, pel que fa als metalls, el cas de l'alumini.