



Enfocant el disseny de projectes per fomentar una activitat científica escolar a secundària a través de l'ABP

Miquel Pérez Torres

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

Miquel.Perez@uab.cat

Resum • Donada la importància actual de l'ús de projectes escolars per l'ensenyament de Ciències, en aquest article es vol reflexionar sobre les implicacions que té el seu disseny per fomentar unes pràctiques que siguin científiques. A partir d'una revisió bibliogràfica es presenten i discuteixen 3 enfocaments actuals d'Aprenentatge Basat en Projectes (ABP) en l'educació científica a través dels diferents elements que caracteritzen aquesta metodologia.

Paraules clau • ABP; Pràctiques Científiques; Disseny de Projectes;

Focusing on project design to foster a school scientific activity in secondary level through PBL

Abstract • Considering the spreading use of school projects to Science teaching, this article wants to reflect upon the implications of project design so as to foster scientific practices. For that purpose, three current project-based learning approaches for Science teaching and learning are discussed regarding the available literature. Design examples regarding the main characterising elements of PBL are also presented.

Keywords • PBL; Scientific Practices; Project Design;

L'ABP EN EL NOSTRE CONTEXT EDUCATIU

En la darrera dècada, l'ús de l'Aprenentatge basat en projectes (ABP) al nostre territori ha presentat una tendència creixent. Aquest fet ha fomentat que no només ens replantegem què i com hem d'ensenyar Ciències, sinó que també ha impulsat una nova forma de treballar cooperativament dins dels centres i entre centres, creant xarxes d'innovació. Aquest canvi s'ha vist reflectit en diversitat d'iniciatives, des de l'aparició de nous grups de treball, l'èxit de nous models formatius autogestionats (com ara els betacamps) o les edicions monogràfiques sobre l'ABP de diferents revistes d'innovació: Cuadernos de Pedagogia núm. 742 (nov, 2016), Revista Ciències núm. 33 (2017) o Revista Catalana de Pedagogia núm. 13 (2018).

Aquest gir metodològic coincideix amb canvis en el currículum que posen l'èmfasi en el seu aspecte competencial, destacant que els alumnes han de ser capaços d'utilitzar el coneixement per actuar, i han de dominar tant competències d'àmbit com transversals. En aquest context l'ABP s'ha anat consolidant com una bona opció per desenvolupar les ja conegudes destreses del segle XXI (Ravitz, 2012). Tot i així, tal i com discuteix Sanmartí (2016), aquesta metodologia en certs casos respon més a un convenciment personal (una filosofia) que a una reflexió i fonamentació basada en evidències sobre quina metodologia d'aprenentatge ens és més útil per donar resposta a la demanda curricular i per millorar l'ensenyament-aprenentatge de les ciències.

En aquest article volem aprofundir en aquesta reflexió a partir de revisar alguns referents bibliogràfics sobre com dissenyar projectes d'ensenyament-aprenentatge de les ciències a través de l'ABP i aportar idees que ajudin a respondre dubtes comuns com poden ser: quin pes donar al coneixement del context respecte els continguts, com encaixar una demanda que lligui amb els objectius d'aprenentatge, a més d'altres dubtes com els que presenta Domènch-Casal (2017).

COM ENTENEM L'ABP?

Tot i que habitualment es cita a Kilpatrick (1912) com a referent de la sistematització de la metodologia ABP, les formes actuals d'entendre l'ABP difereixen de les originals (Pecore, 2015). De fet, una de les potencialitats d'aquesta metodologia rau en la gran llibertat de formats i estratègies que es poden incloure mentre hi hagi una construcció d'una pregunta o identifiquem un repte al que vulguem donar resposta tot aprenent alguna cosa (Thomas, 2000). Des de la recerca en didàctica de les ciències s'han volgut consensuar unes característiques mínimes que permetin identificar la metodologia "ABP", però la realitat és que aquestes característiques estan descrites de manera poc precisa (per exemple, la definició d'un problema "autèntic" o un producte final), o es descriuen diferent segons l'autor (per exemple, indagació "constructiva" vs "sostinguda") (Hasni, 2016) (Taula 1). Aquesta indefinició de les característiques idiosincràtiques de l'ABP fan que aquest també s'associï a altres metodologies com l'Aprenentatge Basat en Problemes (Angelle, 2018), Aprenentatge d'Expedició (*Expeditionary Learning*), o Aprenentatge-Servei, etc. O inclús es poden solapar i nodrir d'altres metodologies properes com l'Aprenentatge en Context, o Aprenentatge Cooperatiu, entre altres (Thomas, 2000). Tot i aquesta indefinició d'idees, Thomas (2000) i Hasni (2016) han fet l'esforç de recollir unes característiques essencials que ha de presentar una proposta ABP per tal de ser considerada com a tal:

- Establiment d'unes *finalitats* lligades al currículum i no només d'aplicació de coneixements.
- Formulació de preguntes guia que posen en conflicte idees i problemes propis de les disciplines.
- Connexió amb la realitat fora del centre escolar amb marge de decisió per l'alumnat.
- Participació en unes pràctiques d'indagació que impliquin transformar i construir coneixements (a través de pràctiques científiques, enginyeres, matemàtiques, etc).
- Creació d'un producte o execució d'una acció final que pugui ser avaluada.

	Enfocaments de l'ABP actuals		
Característiques de l'ABP	(Buck Institute of Education, 2015) (ABP)	(Capraro, Capraro & Morgan, 2013) (STEM ABP)	Krajcik & Shin (2014) (Ciència Basada en Projectes (CBP))
Finalitats d'aprenentatge	Domini de conceptes clau i destreses per l'èxit <i>Es seleccionen idees i habilitats que es puguin aplicar en contextos reals i permetin crear productes.</i>	Domini de conceptes STEM <i>Es seleccionen algunes idees STEM a l'inici però poden incorporar-se altres d'imprevistes durant el projecte.</i>	Domini d'idees científiques clau i pràctiques científiques <i>Es seleccionen uns "acompliments d'aprenentatge" (learning performances) a l'inici que concreten unes pràctiques científiques amb les que desplegar una idea clau.</i>
Repte	Pregunta guia (motivacional i reptadora) <i>S'usa com a generador de necessitats d'aprenentatge.</i>	Context autèntic <i>Es genera un context ric i problemàtic amb tasques poc estructurades a l'inici. No hi ha un repte predefinit inicialment.</i>	Pregunta guia (científica) <i>S'usa com a connector d'idees que apareixen a través d'explorar fenòmens.</i>
Context autèntic (rellevant i significatiu)	Context autèntic <i>Es presenten contextos associats al "món real", rellevants a nivell personal, social o professional.</i>		
Pràctiques i processos	Procés d'indagació sostingut <i>Es fa recerca d'informació iterativa que impliqui fer-se noves preguntes.</i>	Pràctiques enginyeres <i>Es connecten diferents idees a través d'involucrar-se en unes pràctiques enginyeres (ciència basada en el disseny).</i>	Pràctiques científiques <i>Es dissenyen i fan investigacions on construeixen i revisen models, desenvolupen explicacions, etc.</i>
Acció	Productes destinats al públic <i>S'usa per motivar un bon resultat, i mostrar els coneixements desenvolupats. Pot ser tangible o no.</i>	Productes finals ben definits <i>S'estableixen uns paràmetres i unes constriccions per estructurar el procés de disseny i el producte final.</i>	Artefactes/representacions sobre idees <i>S'entenen com a representacions externes del coneixement construït. S'usen per reconstruir i manipular idees científiques.</i>
Avaluació	Reflexió dels aprenentatges i revisió i crítica del producte <i>Es meta-reflexiona sobre el coneixement construït i els seus possibles usos. Es revisen els processos i el producte generat.</i>	Reflexió del procés i producte, i avaluació del producte <i>Es reflexiona sobre el procés de disseny, considerant principis científics i matemàtics i s'avalua la qualitat del producte.</i>	Reflexió dels aprenentatges a través del producte <i>Es reflexiona sobre l'artefacte que representa les idees construïdes, no sobre idees petites. S'avaluen els assoliments d'aprenentatge considerant-ne els nivells de progressió d'aprenentatge¹.</i>
Col·laboració i Obertura	Decisions conjuntes pròpies <i>Es decideixen en grup certes accions del projecte que fomenten l'apoderament i la implicació.</i>	Solucions interdisciplinàries <i>Es col·labora per trobar solucions i treballar interdisciplinàriament. Es disposa de llibertat de decisió sobre el projecte.</i>	Discussió d'idees <i>Es col·labora per formar comunitats d'aprenentatge entre alumnes, professors i comunitat per fer preguntes, escriure explicacions, discutir les dades.</i>

Figura 1. Caracterització de 3 enfocaments actuals d'ABP a través dels seus elements principals d'acord amb les revisions de Thomas (2000) i Hasni (2016).

¹ Descriuen les "formes successivament més sofisticades de pensar sobre un tema i on l'alumnat pot anar d'un nivell a un altre a mida que aprèn sobre ell" (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007, p. 219).

A més de les característiques citades, apareixen altres idees també molt presents com són l'ús dels recursos TIC per possibilitar noves formes de pensar a través de representacions i simulacions.

Considerant aquests elements principals, es pot fer una comparativa d'alguns dels enfocaments més estesos quan es parla de l'ABP (BIE, 2015) i l'ABP aplicat a l'ensenyament i aprenentatge de les Ciències: la Ciència Basada en Projectes (Krajcik i Shin 2014) i el STEM ABP (Capraro, Capraro i Morgan, 2013) (Taula 1). A partir de l'anàlisi d'aquests tres enfocaments, pensem que emergeix una ineludible reflexió sobre "on haig de posar l'èmfasi per tal de fomentar un aprenentatge de les Ciències o STEM?" o "cap a on s'han de guiar els projectes en l'àmbit de l'educació científica?" que intentarem explorar a continuació.

DEL REPTE INICIAL ALS PROCESSOS QUE ES DESENCADENEN

Actualment, existeixen multitud de requisits i consells que ens faciliten construir una bona pregunta guia (o com co-construir-la amb l'alumnat): que utilitzi un context problemàtic, que faci referència a uns certs objectius d'aprenentatge, que sigui possible amb el material i temps disponible, que sigui factible respondre-la, etc. (Krajcik, 2001).

Decidir la pregunta guia o repte és un dels punts clau del disseny d'un projecte escolar ABP, perquè estructura què es vol ensenyar-aprendre i ens obliga a pensar com escriure-la per a que faciliti que durant el projecte ocorrin una seqüència d'esdeveniments que permetin als participants actuar activament. Krajcik i Shin (2014)

suggereixen definir el repte a partir dels objectius d'aprenentatge, que ells defineixen com a "acompliments d'aprenentatge" (*learning performances*). Aquesta forma de plantejar els objectius fan que no només ens fixem en quina és la idea clau que volem ensenyar sinó també amb quines pràctiques involucrem als alumnes per a què les aprenguin (aprenent a l'hora les idees clau i la pràctica científica en la que s'involucren). Per exemple, treballant una mateixa idea clau, com podria ser la que subjau el concepte ecosistema (la existència d'un conjunt d'interaccions que permeten generar un delicat equilibri dinàmic entre éssers vius i medi), es poden promoure pràctiques com una argumentació en base a proves, o un desenvolupament i construcció de models.

Seguint l'exemple anterior (Taula 2), si es desitja que els alumnes siguin capaços d'argumentar els canvis que es donen en un ecosistema a partir de proves, es poden dissenyar projectes amb reptes i contextos on sigui necessària la pràctica d'argumentar. Un possible repte que facilités aquesta pràctica podria ser "fonamentar una proposta de millora dels espais verds del municipi" argumentant els beneficis que es produirien amb els canvis suggerits, predient les noves interaccions que apareixerien o denotant les que ja es donen. Amb aquest repte segurament apareixerien altres necessitats més complexes com poden ser: entendre com és que apareixen certes dinàmiques en un ecosistema, quin paper juguen els éssers vius, etc., i, segurament, aquestes preguntes implicaran fer un *zoom* en entendre una interacció concreta o utilitzar simuladors per poder argumentar en base a aquest coneixement construït.

Idea clau	Ecosistema	
	<i>Relacions que hi apareixen, estructura, paper de cada element, dinàmiques, etc.</i>	
Pràctica científica	Argumentar a partir de proves.	Construir i usar models.
Acompliment d'aprenentatge	Argumentar els canvis que es donen en un ecosistema a través de l'ús de proves.	Construir i utilitzar el model ecosistema per predir i explicar els canvis que s'esdevenen en un ecosistema.
Possible Repte	Quines proves podríem utilitzar per justificar les nostres propostes de millora dels espais verds del nostre municipi?	Com explicariem que, tot i tenir més massa forestal, els boscos són ara de pitjor qualitat?

Figura 2. Exemple de disseny d'un "acompliment d'aprenentatge" per definir possibles reptes entorn al model ecosistema.

Ara bé, el fet d'utilitzar una pregunta guia interessant (amb una repercussió important a la societat, que "enganxi", etc.) no assegura que els alumnes escullin implicar-se en les activitats cognitivament exigents que demanda sinó, que potser, actuïn amb l'objectiu de completar la tasca en el mínim temps possible. De fet, la motivació inicial derivada de problematitzar un context es sol descriure com una "involucració passiva" (*passive engagement*) o motivació extrínseca. Tot i així, aquest primer impuls, generat pel repte, pot facilitar un primer apropament que fomenti un posterior interès intrínsec en el propi projecte. Aquí és on el rol del professor/a juga un paper clau. Més enllà d'oferir noves fonts d'informació, el professor/a ha d'apel·lar contínuament al conflicte i mantenir la complexitat de la tasca (Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, & Palincsar, 1991).

Cap a una activitat científica que vagi més enllà d'una indagació sostinguda

Un dels elements clau dels projectes ha estat la "indagació", que habitualment ha estat entesa de forma vaga com el procés que desencadena el plantejament d'una pregunta que no té una resposta directa/declarativa i implica una sèrie de cerques i recerques per respondre-la (BIE, 2015) (Taula 1). Més enllà d'això, la indagació a Ciències té unes connotacions clares i apel·len directament a una pràctica de: plantejament d'hipòtesis, disseny experimental, recollida i anàlisi de dades, etc (Jiménez-Liso, Giménez-Camínero, Martínez-Chico, Castillo-Hernández, i López-Gay, 2019) que té valor no només per un argument constructivista (que també) sinó perquè emular les formes de fer de la comunitat científica té un valor importantíssim en sí mateix. Per exemple, si un dels nostres objectius (a més d'objectiu curricular) és desenvolupar criteris per a que els alumnes siguin capaços de decidir davant controvèrsies sociocientífiques, resulta coherent que es promoguin situacions on els alumnes practiquin i reflexionin sobre com valida la Ciència el coneixement (encara que sigui adaptat al context escolar) (Domènech-Casal, 2018).

Tot i així, els orígens de la indagació com a element central de l'ABP es troben en el canvi de

currículum dels Estats Units (NRC, 1996) que posaven l'èmfasi en aquest aspecte i que repercutia directament a la recerca dels 90 amb l'ABP (Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks & Soloway, 1998). Avui en dia, tenim una idea molt més completa de com és l'activitat científica i la indagació es conjuga indistintament amb modelitzar (construir models conceptuals) i argumentar (Osborne, 2014). A més, aquest model de Ciència més actual, emfatitza entendre-la com una activitat més creativa (imaginant possibles formes de funcionar de la natura (modelització)) i amb un llenguatge propi (una forma de parlar concreta sobre el món) (Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2003). Els mateixos autors que van fomentar parlar d'indagació "constructiva" (dirigida a construir models mentals"), i que en l'actualitat és entesa com una Indagació Basada en la Modelització (MBI) (Couso, 2014), en les darreres publicacions parlen directament de fomentar no només la indagació sinó el conjunt de pràctiques científiques (Krajcik & Shin, 2014).

DELS PROCESSOS A L'ACCIÓ FINAL

En molts casos, gran part del pes del projecte el té l'acció final, inclús és molt habitual ser l'inici o punt clau per on comencem a dissenyar el projecte (a vegades per obligació del propi context que genera un encàrrec concret).

Tornant a la Taula 1, és interessant analitzar què emfatitzen els tres enfocaments de l'ABP. En el cas d'STEM ABP, es destaca la importància de les constriccions del producte final com un element clau per gestionar i avaluar els projectes (Morgan, Luciana, Barroso, 2013), tot i que el focus d'aquestes constriccions solen ser aspectes organitzatius més que detonants de l'aprenentatge. En el cas de la CBP, al contrari, l'èmfasi es posa en la utilitat de l'acció com a representació i manipulació d'idees que permet el fet de construir quelcom tangible i que, a la vegada, possibilita tant noves formes d'avaluar (formativament) com d'estructurar les idees d'una forma molt més sofisticada que quan es fa sobre petites porcions d'informació. Finalment, l'enfocament de l'ABP en el seu sentit més general (BIE, 2015) ressalta el paper del producte final com un element que dona

motivació i valor a l'acció realitzada puntualitzant el seu caràcter públic (de projecció cap a la comunitat).

Entre els enfocaments plantejats, segurament l'opció òptima per dissenyar o guiar una acció es troba en un encaix mixt de les 3 propostes. El que sí que comparteixen els 3 enfocaments (amb major o menor èmfasi) és que l'acció mostri i faci tangible els aprenentatges desenvolupats durant el projecte. Aquí rau una altra de les majors dificultats del projecte, ja que si construïm productes que representin molt bé els coneixements treballats, habitualment tindrem els mateixos tipus de productes (maquetes, vídeos explicatius, presentacions, propostes argumentades, etc.). En aquest sentit, també s'alerta que el pes de l'avaluació (sumativa) no vagi destinada principalment a l'acció sinó que sigui un exercici de metareflexió del procés, encara que aquesta sigui una activitat més complexa que avaluar detalls concrets d'una acció (Smith, 2016).

CONSIDERACIONS PER FOMENTAR UN ENFOCAMENT D'ABP ESPECIALMENT ADHIENT PER A L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

Tornant a la pregunta plantejada al principi: "cap a on s'han de guiar els projectes?", costa trobar una resposta que no exclogui cap de les potencialitats d'aquesta metodologia. D'igual manera, cada enfocament d'ABP que s'ha presentat a la Taula 1 ens aporta diferents respostes possibles a aquesta pregunta però continuen sent necessaris criteris que ens permetin escollir quin ens interessa més en cada moment. En altres paraules, escollir críticament l'enfocament que més s'adeqüi a les finalitats amb les que es plantegi el projecte. Si recuperem la revisió feta per Hasni (2016) la recerca destaca 4 objectius principals pels quals fomentar l'ús de l'ABP: aprendre Ciències i Tecnologia, aprendre habilitats transversals, motivar a l'alumnat i aprendre de forma connectada al context. Aquestes finalitats, si bé totes són mereixedores d'atenció a l'aula, Hasni ens obre la porta a reflexionar sobre com prioritzar-les i proposa que a partir de les finalitats específiques d'aprenentatge de Ciències i

Tecnologia s'articulin la resta. Com es pot apreciar a la Taula 1, els 3 enfocaments coincideixen en posar al centre del projecte el coneixement científic i tecnològic com a finalitat, però aquest no és un criteri suficient per dissenyar i concretar la resta d'elements del projecte. En canvi, sí que s'aprecien grans diferències entre les pràctiques que fomenta cada enfocament d'ABP i que ens poden ajudar a reformular la pregunta inicial a: "en quines activitats/pràctiques vull que s'involucrin més temps els/les meus/ves alumnes durant un projecte de ciències?"

D'acord amb els enfocaments d'ABP presentats, cadascun fomenta un tipus de pràctica o "forma de fer" privilegiada i que implica treballar idees, pràctiques i destreses de formes diferents. A continuació, es volen revisar algunes implicacions d'aquests diferents enfocaments considerant la perspectiva de l'ensenyament de les ciències.

En el cas de l'enfocament d'ABP presentat pel Buck Institute, els projectes impliquen conèixer Ciència o qualsevol altra disciplina necessària a través d'una cerca iterativa d'informació, entrevistes, experimentació on les idees de les disciplines sovint queden representades/exposades en un producte final on la clau és donar valor a aquest coneixement per la seva utilitat real (presentació a un públic extern). En aquest enfocament, no sempre hi ha una necessitat explícita de participar en les pràctiques científiques ni en les de l'enginyeria, però sí d'estimular competències o destreses generals/ transversals (del segle XXI) com ara la creativitat, el pensament crític, la cooperació, la comunicació, etc. Per exemple, si plantegem un projecte on el repte sigui construir cotxes solars on la placa solar s'orienti cap al Sol, el que segurament passarà és que l'alumnat buscarà informació sobre altres experiències similars, com ho han fet abans altres persones i intentarà seguir els passos que trobi. Viure aquesta experiència és rellevant perquè cal mobilitzar tots els recursos personals que es tinguin per arribar a l'objectiu (autonomia, comunicació, pensament crític, cooperació, creativitat, etc) però no implica que s'hagi construït coneixement científic o tecnològic, ni participat de pràctiques de l'enginyeria ni científiques. El que habitualment pot

passar és que s'adapti la tecnologia i la ciència desenvolupada o ja coneguda a un objectiu propi. En aquest cas, es corre el perill de donar una imatge de la Ciència com un conjunt de coneixements declaratius i fàcilment consultables més que un conjunt de constructes conceptuals consensuats i pràctiques en les que participa la comunitat científica.

Tot i així, cal considerar que aquest enfocament intenta establir unes bases per l'ABP comunes, no només per l'ensenyament de les Ciències sinó també per projectes centrats en altres àmbits, i és lògic que no apareguin tantes consideracions específiques per cadascun. A més, aquest enfocament en molts casos es presenta amb propostes coincidents amb els dos altres (STEM ABP i CBP).

En segon lloc, sense pretensió de generar una discussió sobre el significat de STEM, es presenta una forma concreta d'integrar aquesta perspectiva en l'ABP i que resulta especialment interessant en la discussió sobre les pràctiques que fomenta. Aquest enfocament particular de STEM ABP presentat per Capraro, Capraro & Morgan (2013) planteja que l'alumnat participi en un cicle de pensament orientat al disseny (design thinking) que els porti a construir un producte tecnològic. Això implica que els alumnes principalment estaran involucrats en empatitzar amb una comunitat, definir-ne un problema, idear solucions i testar-les, etc. En altres paraules, predominen les formes de raonar, de fer i de comunicar de l'Enginyeria i no les de la Ciència (tot i que siguin necessàries idees, lleis, principis o teories científiques). En aquesta pràctica enginyera poden aparèixer oportunitats d'aplicar idees i fórmules científiques però difícilment ocuparan un gran espai, ja que la importància del projecte recaurà sobre les constriccions tècniques definides per crear el producte, generalment un artefacte. Els projectes sota aquest enfocament voldran donar resposta a un problema desenvolupant una tecnologia més que detenir-nos a entendre les causes i les relacions que expliquen el problema. Tornant a l'exemple del projecte sobre el cotxe solar, on s'invertirà més temps és en el disseny d'un programa que controli el cotxe, o en testar

materials, crear el prototip, optimitzar-lo, etc, que implicarà, a la vegada, utilitzar algunes idees científiques com calcular el voltatge mínim que ha de generar la placa solar per moure el cotxe o la potència necessària que ha de tenir per pujar una certa inclinació.

En el cas de la Ciència Basada en Projectes (CBP), al contrari que l'anterior, el focus estarà en participar i respondre preguntes que preocupen a la Ciència, com les presentades en la Taula 2 (discutides en els apartats anteriors). La resposta a aquestes preguntes faran que el producte sigui una eina per construir les idees i tindrà valor en quant faciliti aquest procés. Aquesta és la diferència principal amb els altres dos enfocaments, ja que aquest és l'únic que fomenta participar explícitament d'unes pràctiques de la Ciència. Tot i així, amb aquest enfocament pot resultar més complex que el producte final tingui un impacte per la comunitat o que la seva construcció prengui tant de protagonisme com en d'altres. Tornant de nou a l'exemple del projecte sobre el cotxe solar, si es vol dedicar temps a comprendre realment el sistema Sol-Terra (fer evolucionar les idees inicials dels i les estudiants sobre aquest sistema), segurament la construcció d'un cotxe solar serà un producte accessori i potser prendrà rellevància la justificació argumentada i científica de quins aspectes del moviment del Sol i la Terra s'han de considerar per predir la llum que rebrà el cotxe en cada estació de l'any. En aquest cas no només es destaquen les idees clau de la ciència escolar sinó també les pràctiques científiques, que són indispensables en la formació d'un ciutadà competent.

El repàs d'aquests 3 enfocaments a través de l'exemple del cotxe solar, vol ressaltar la importància del disseny dels projectes i l'impacte que té aquest en els processos en els que involucra a l'alumnat. Així mateix, es destaca la necessitat d'aproximar-se a l'educació científica des de les diferents formes proposades. L'enfocament plantejat pel BIE (2015) ofereix un ensenyament de les Ciències que posa l'èmfasi en el desenvolupament de diversitat de destreses i en la reflexió en valors que capacitin a l'alumnat per l'acció en societat. El segon enfocament (STEM ABP) planteja projectes on es permet fer un ús

aplicat del coneixement científic i veure de quines formes es pot utilitzar en un context tecnològic treballant de forma sofisticada pràctiques i idees pròpies de l'enginyeria. I, finalment, el tercer enfocament (CBP) planteja projectes on la importància rau en comprendre aquelles idees especialment complexes de la Ciència a través d'unes pràctiques científiques. Combinant projectes que presentin aquests diferents enfocaments, possiblement es maximitzaran els beneficis que es poden extreure de l'ABP per tal de fomentar una educació científica més sofisticada i equilibrada.

Finalment, es vol remarcar la importància de la tasca docent, no només pel propi disseny dels projectes sinó pel paper indispensable que té en quant identifica, ajusta, provoca, etc., A la vegada que vetlla per re-centrar el projecte (si cal) i que es mantinguin les tasques on es vol posar l'èmfasi (ja sigui en la construcció d'una idea clau complexa, en el disseny d'un artefacte tecnològic o comunicar els resultats d'una recerca).

En aquest article hem volgut explorar aquests enfocaments d'ABP per conèixer què implica cadascun a l'hora de portar l'ABP a l'aula de Ciències i poder disposar de més eines que ens ajudin a jutjar i dissenyar els objectius, reptes, pràctiques i productes finals d'un projecte de ciències.

AGRAÏMENTS

Especial agraïment a les doctores Digna Couso i Conxita Márquez per les discussions i direcció de la tesi doctoral en la que s'emmarca la reflexió recollida en aquest article. Investigació finançada pel Ministeri d'Economia (EDU2015-66643-C2-1-P i PGC2018-096581-B-C21) i realitzada dintre del grup ACELEC (2017SGR1399).

BIBLIOGRAFIA

Angelle, S. (2018). Project-based and Problem-based Instruction: A Literature Review. Recuperat de: https://digitalcommons.wku.edu/stu_hon_theses/725

- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_8
- Buck Institute of Education (2015). Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements. *Buck Institute for Education*, 1–4.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *26EDCE. Investigación y Transferencia Para Una Educación En Ciencias: Un Reto Emocionante*, 1–28.
- CRECIM (Ed) (2017) *Ciències. Revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 33. Disponible a: <https://revistes.uab.cat/ciencies/issue/view/n33>
- Domènech-Casal (Ed.) (2016). *Cuadernos de Pedagogía*, Nº 472, Sección Tema del Mes, Noviembre 2016, Wolters Kluwer, ISBN- ISSN: 2386-6322
- Domènech-Casal, J. (2017). Aprentatge Basat en Projectes en àmbits STEM. *Claus metodològiques i reptes. Ciències*, 33, 2–7.
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601-620. Recuperat de: <http://hdl.handle.net/10498/19510>
- Duschl, A. R., Schweingruber, A. H., & Shouse, W. A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington DC: The national Academies Press.
- Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M. C., & Dumais, N. (2016). Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, 52(2), 199–231.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1226573>

- Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12, 27–43. <https://doi.org/10.1023/A:1022698205904>
- Jiménez-Liso, M. R., Giménez-Camínero, E., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J., and López-Gay, R. (2019). El enfoque de enseñanza por indagación ayuda a diseñar secuencias: ¿Una rama es un ser vivo? In J. Solbes & M. R. Jiménez-Liso (Eds.), *Propuestas de educación científica basadas en la indagación y modelización en contexto*. (p. 99-120) Valencia: Tirant lo blanch.
- Kilpatrick, W. H. (1918, September). The project method. *Teachers College Record*, 19, 319–335
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 313–350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-Based Learning. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. (pp. 275–297). Cambridge University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO978113951>
- Morgan J.R., Moon A.M., Barroso L.R. (2013) Engineering Better Projects. In: Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (eds) *STEM Project-Based Learning*. SensePublishers, Rotterdam
- NRC (1996). *The National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pecore, J. L. (2015). From Kilpatrick's project method to project-based learning. *International Handbook Progressive Education*, 155–171.
- Ravitz, Jason & Hixson, Nate & English, Mary & Mergendoller, John. (2012). Using project based learning to teach 21 st century skills: Findings from a statewide initiative Jason Ravitz Buck Institute for Education.
- Rué, J. (Ed) (2017) *Revista Catalana de Pedagogia*, 13. Disponible a: <http://revistes.iec.cat/index.php/RCP/issue/view/9704>
- Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 44–46.
- Smith, S. S. E. (2016). (Re)Counting Meaningful Learning Experiences: Using Student-Created Reflective Videos to Make Invisible Learning Visible During PjBL Experiences. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 2–16. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1541>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: *Buck Institute for Education*.