

L'EXPERIMENTACIÓ COM A MÈTODE DE CONEIXEMENT A L'ESCOLA PRIMÀRIA

- EL CAS DE L'ARENAL DE LLEVANT -

Sergio Soler González

2012-2013

Jordi Martí Feixas

Grau en Mestre d'Educació Primària

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Universitat de Vic

17 de maig del 2013

Resum

Aquest estudi consisteix en l'anàlisi de les practiques educatives que porta a terme una escola pública d'Educació Infantil i Primària, en relació a les estratègies d'ensenyament i aprenentatge de les ciències. Per aquest motiu, es presenta què proposa actualment la recerca educativa sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències, la qual emfatitza en la necessitat de situar l'infant en el centre del seu procés educatiu, partint del seu coneixement intuïtiu, per tal que pensi, faci i comuniqui d'una manera similar a la que segueix la comunitat científica. Aquesta manera d'entendre l'educació científica és, segons els estudis actuals, condició *sine qua non* per a que l'alumne desenvolupi la competència científica, és a dir, aprengui ciència, aprenent com funciona la ciència i aprenent sobre la ciència. En base a aquesta teoria, s'han portat a terme observacions directes a diferents cursos, les quals s'han recollit en un diari d'observacions, per tractar d'analitzar com el centre escolar desenvolupa la pràctica educativa de les ciències en el seu dia a dia.

Paraules clau: infant-alumne, educació primària, ensenyament-aprenentatge, competència científica i recerca educativa.

Abstract

This study is referred to the analysis of educational practice that a public school is following in relation to science teaching and learning strategies, at both primary and kindergarten levels. Therefore, the present proposal on the science teaching and learning educational research is presented, which emphasizes the need to place children in the middle of the educational process based on their intuitive knowledge, so that they think, make and communicate in a similar way to that followed by scientific community. This way to approaching to scientific education is, according to current studies, a *sine qua non* requirement for students to develop scientific competence for learning science, learning how the science is running and learning about science. Based on this theory, participant observations have been made at different courses, which have been registered in an observational diary, in order to analyze the way by which this school is developing the science educational practice day by day.

Key Words: child-pupil, primary education, teaching and learning, scientific competence and educational research.

Contingut

1. Introducció	4
2. Fonamentació teòrica	6
2.1 La importància de les ciències a l'Educació Primària	6
2.2 El canvi de paradigma	9
2.3 Desenvolupament de la competència científica	11
2.3.1 Aprendre a investigar	12
2.3.1.1 Les preguntes	13
2.3.1.2 L'àmbit de les dades, els fets i les evidències	15
a) Observar	15
b) Experimentar	16
c) Analitzar dades i establir conclusions	17
d) Avaluar i revisar el procés	18
2.3.1.3 L'àmbit de les explicacions i els models teòrics	18
a) Les explicacions científiques	18
b) Els models científics	19
c) Les hipòtesis	20
2.3.2 Investigar per comprendre	20
2.3.2.1 El canvi conceptual	21
2.4 Aspectes a tenir en compte	23
2.5 Síntesi de les idees principals	25
3. Recerca	26
3.1 L'Arenal de Llevant	26
3.2 Anàlisi de les dades recollides	28
4. Conclusions	43
5. Referències bibliogràfiques	45
6. Annexos	47

1 Introducció

Les estratègies d'ensenyament i aprenentatge de les ciències que s'han portat a terme a les aules han estat ben diferents al llarg dels anys. No obstant això, ha existit un punt en comú, una idea impregnada entre els professionals de l'educació, la qual considerava que les ments dels alumnes eren 'pàgines en blanc' que s'havien d'anar omplint amb coneixement. D'aquesta manera, l'alumne esdevenia la figura de la persona que no sap, del que ha d'escoltar i ha de seguir les pautes que dóna el mestre, que és qui en sap, qui posseeix el coneixement i la 'gran' veritat. Els estudis actuals posen de manifest que els infants disposen d'una àmplia quantitat de coneixements i idees amb les quals s'expliquen el món que els envolta. Per aquest motiu, s'emfatitza la necessitat de desenvolupar unes pràctiques educatives basades en allò que l'alumne ja sap, el que es coneix com a coneixement intuïtiu, per fer que evolucioni cap a les idees i teories que proposa la ciència, el que anomenem coneixement científic. Paral·lelament, la recerca educativa remarca la importància de situar l'infant en el centre del seu procés d'aprenentatge, desenvolupant una participació activa. En aquest sentit, per adquirir la competència científica, es considera essencial dur a terme a les aules una 'immersió' en la cultura científica, tant del professorat com de l'alumnat. D'aquesta manera, les estratègies d'ensenyament i aprenentatge que es portin a terme a les aules han d'esdevenir similars a les que usa la comunitat científica per generar coneixement. L'infant ha d'aprendre com funciona la ciència, tant a nivell manipulatiu com a nivell cognitiu. La construcció d'aquest aprenentatge ha de conduir progressivament a l'aprenentatge dels coneixements i les grans idees de la ciència. Per aquest motiu, una pràctica educativa basada en la investigació científica i en la comprensió del pensament científic i les seves idees, esdevé clau per a l'adquisició de la competència científica. Per fer-ho possible, caldrà modificar la visió de la ciència i de la figura del científic, ja que es presenten com a elements a l'abast d'una minoria privilegiada. De la mateixa manera, és imprescindible un bon coneixement teòric per part del mestre perquè la pràctica que desenvolupi a l'aula es basarà en el marc teòric que posseeixi.

La formació rebuda a la universitat es fonamenta en aquesta perspectiva actual de l'educació científica, una metodologia molt diferent a la que vaig rebre com a alumne. Per aquest motiu, es pretén contrastar la teoria amb la pràctica, analitzant la metodologia de L'Arenal de Llevant, una escola pública d'Educació Infantil i Primària situada a Barcelona, que organitza i desenvolupa el seu projecte de centre entorn la ciència i la tecnologia. Així doncs, durant l'estada de pràctiques s'han observat

directament dues unitats didàctiques del curs de 3r, així com 5 sessions aïllades corresponents als cursos de P4, P5, 2n, 4t i 5è. D'aquesta manera, tracto de construir-me una imatge clara i significativa de com s'aplica aquesta metodologia en el dia a dia d'una escola, amb els seus problemes i les seves dificultats habituals.

Les observacions tracten de recollir dades referents a 4 àmbits: (1) la presència i la tipologia de les preguntes que apareixen; (2) la presència de realitat a les sessions; i la presència d'activitat científica a l'aula, (3) dirigida a obtenir dades i establir fets i (4) a la construcció d'explicacions, ús de models i a l'argumentació. Les dades recollides s'ordenen i es representen en 4 taules i, posteriorment, s'analitzen fent referència al marc teòric. Paral·lelament, les observacions han permès recollir altres tipus de dades, que també s'inclouen en l'anàlisi: presència d'hipòtesis i prediccions, ús de l'aula de ciències i de l'equipament, implicació dels mestres en el projecte, eines emprades per al treball a l'aula, presència de treball cooperatiu, etc.

El treball s'estructura en dos grans apartats i un altre apartat final de conclusions. En primer lloc, es presenta la perspectiva actual de l'ensenyament i aprenentatge de les ciències, responent a la pregunta què implica ensenyar i aprendre ciències i com s'ha de portar a terme, a partir del lema proposat per Martí (2012): 'Aprendre a investigar' i 'Investigar per comprendre'. Seguidament, el segon bloc explica la recerca que s'ha portat a terme, descriu les principals característiques de l'escola analitzada, adjunta la descripció de les observacions recollides i exposa els resultats extrets de l'anàlisi d'aquestes dades. Finalment, es redacten unes conclusions, aportant les pròpies reflexions relacionades amb el tema estudiat i amb la futura professió docent.

2 Fonamentació teòrica

La funció de l'escola, entesa com a institució pública al servei de la societat, ha sigut, és i serà transmetre l'herència cultural del coneixement construït pels ésser humans al llarg de la història. De la mateixa manera, s'encarrega de la formació dels 'petits individus' per tal de viure en un món social, complex i en situació de canvi constant, per tal que puguin esdevenir no únicament observadors passius, sinó també per intervenir de manera autònoma i activa en el seu procés d'evolució. Plantejat i comprés d'aquesta manera, no hi ha dubte que la ciència i la tecnologia configuren un bagatge cultural d'una importància molt destacada que els infants i la societat en general té dret a conèixer.

Les estratègies d'ensenyament i aprenentatge de les ciències que s'han aplicat a les aules al llarg de la història han estat diverses i canviants. Aquest document tracta de definir quina és la visió que actualment s'ofereix des de la recerca educativa, destacant quin i com ha de ser el paper del mestre (i també el de l'alumne) per construir un aprenentatge 'veritablement' científic. Tal com destaquen els estudis recents, endinsar el nen o nena en un procés educatiu de les ciències a partir de la investigació a l'aula, sembla ser el mitjà més adient per aconseguir el nostre propòsit.

2.1 La importància de les ciències a l'Educació Primària

El gran nivell de desenvolupament científic i tècnic del que es disposa actualment juga un paper fonamental en la vida de tots i cadascun dels individus, tant en la relació amb nosaltres mateixos, com amb la resta de la societat i el món en general. Aquests grans avenços configuren la nostra manera de viure i interactuar, consolidant unes maneres de pensar i actuar pròpies d'aquesta societat. Els progressos aportats per la ciència i la tecnologia són el resultat de gran quantitat de dècades (fins i tot, segles) de treball i esforç. Per aquest motiu, esdevé una herència cultural de la humanitat que l'escola ha de donar a conèixer als infants.

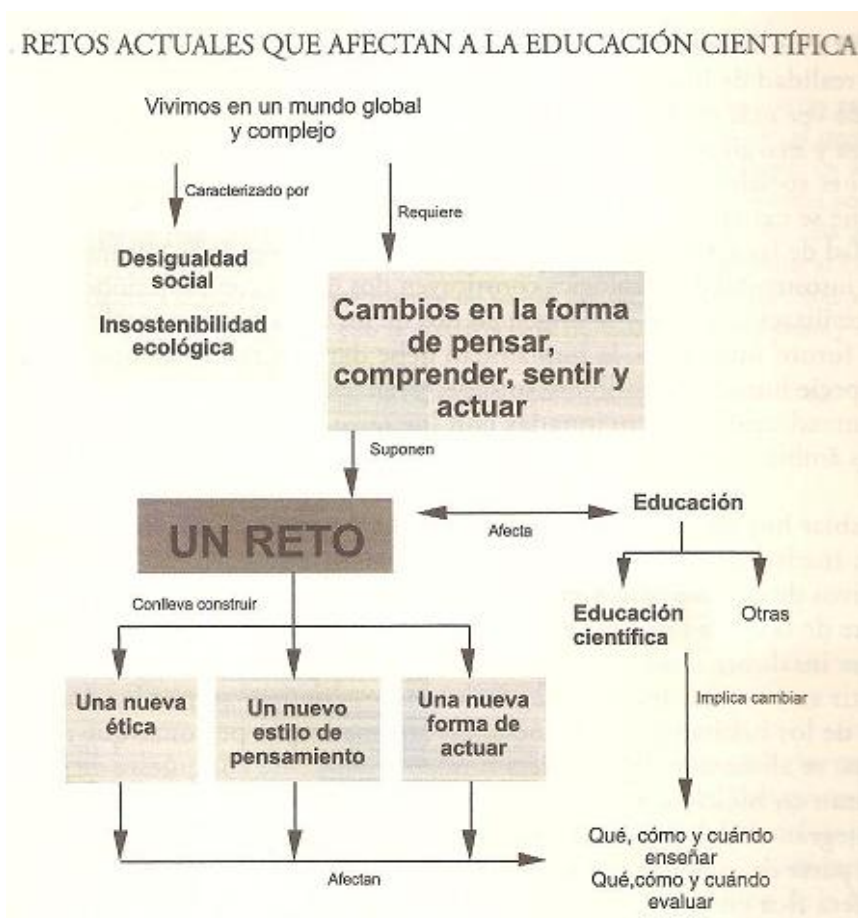
El desenvolupament de la ciència i la tecnologia ha proporcionat grans avenços en camps tan diversos com els mitjans de transport, l'energia nuclear, les telecomunicacions, l'accés a l'alimentació, a la medicina i a l'educació, l'astronomia, etc. De la mateixa manera, «la ciència ens permet comprendre canvis que tenen lloc en el planeta, tant els naturals com els provocats per l'ésser humà, i ens ajuda a prendre decisions per actuar de manera coherent. Moltes de les denominades

'temàtiques transversals': educació ambiental, educació per a la salut, educació sexual, etc. en part es fonamenten en coneixements del camp de la ciència» (Sanmartí, 2001). És ben cert que tot aquest progrés ha aportat grans beneficis a la societat actual. Tot i així, són diversos els autors (i també 'persones del carrer'), no relacionats exclusivament amb la didàctica de les ciències i la recerca educativa, que posen de manifest el mal ús d'aquests avenços, remarcant les diferències socials creades. Pujol (2003) destaca que «la situació actual del món reclama la construcció col·lectiva de noves formes de sentir, pensar i actuar que possibilitin a tota la ciutadania del planeta aconseguir una vida digna en un entorn sostenible. Buscar noves formes d'abordar les relacions entre les persones i d'aquestes [les persones] amb la Natura constitueix un repte en tots els camps humans: en l'econòmic, en el polític, en l'ecològic, en el social... En realitat, constitueix un repte per al pensament humà i, conseqüentment, un repte sobre com afrontar l'educació en general i en concret l'educació científica».

La implantació d'aquest model econòmic-polític-cultural d'abundància i benestar, en el que les transaccions econòmiques dominen totes les estructures de relació i poder establertes, crea diferències cada cop més destacades entre els habitants d'aquest món complex. Actualment, són notables les dissemblances entre països rics i pobres, en les que els primers tenen accés (moltes ocasions, de manera excessiva) als beneficis que aporten els nous avenços de la ciència i la tecnologia en els diferents camps: medicina, alimentació, econòmic, laboral, etc. En canvi, els segons (els països pobres) posseeixen grans mancances en tots els àmbits que deriven en situacions de pobresa total.

Parlar avui dia d'injustícia social no és una fantasia. Segons dades del World Watch Institute (2001), els habitants del planeta poden classificar-se en tres col·lectius de característiques molt diferents. El primer, format per una quarta part de la ciutadania mundial, integra un sector de la població que disposa d'aigua insalubre o no hi té accés, es desplaça caminant i utilitza per subsistir la seva biomassa local. El segon grup, constituït per les dues quartes parts dels habitants del planeta, està format per persones que disposen d'aigua, s'alimenten d'una dieta fonamentalment constituïda per gra, es desplacen en bicicleta i autobús, i usen sobretot materials de llarga durada. Els integrants del tercer col·lectiu, una minoria privilegiada equivalent a la quarta part de la població mundial, tenen al seu abast aigua potable, segueixen una dieta rica en carn, prenen aliments transformats, pels seus desplaçaments fan servir l'automòbil particular i consumeixen enormes quantitats de materials d'un sol ús (Citat a Pujol, 2003).

El text posa de manifest unes dades que, tot i l'intent desesperat del sector privilegiat de la societat mundial (com ja s'ha vist, una quarta part de la població) d'evadir-les i, en certa manera, amagar-les, hi són presents i conegudes per a tothom. Paral·lelament a aquesta situació d'injustícia social, existeix una gran problemàtica ecològica, fruit de l'extracció i l'ús il·limitat dels recursos naturals per continuar amb el desenvolupament científic i tecnològic. Els canvis en aquesta situació d'insostenibilitat global configuren els reptes actuals de l'educació científica, els quals impliquen modificar «què, com i quan ensenyar, i què, com i quan avaluar» (Pujol, 2003).



(Pujol, 2003)

D'altra banda, també cal destacar la importància dels processos intrínsecs de la ciència, com a aspectes favorables pel desenvolupament de l'individu, considerant que la interiorització de la 'forma' del raonament científic esdevé una peça clau per a la seva actuació autònoma en el món que l'envolta. D'aquesta manera, Pujol (2003) senyala: «El pensament científic implica formular idees, reflexionar sobre elles, contrastar-les i comprovar-les; exigeix justificar i argumentar en base a raonaments que relacionin el fet estudiat amb altres, requereix trobar dades que siguin el més

precises i quantificables possibles. Tot això són característiques que no acostumen a ser presents en el pensament quotidià [...]. Observar els fenòmens des del punt de vista de la ciència enriqueix la pròpia persona i la societat en general. [...] [el raonament científic] promou que les persones aprenguin a formular preguntes significatives i detectin si les respostes que s'ofereixen són o no adequades, quelcom que permet una participació més activa en la vida social». Així doncs, l'adquisició d'aquesta 'essència' del raonament científic, potencia notablement l'assoliment de valors com la creativitat, les ganes de conèixer, l'esperit crític, el rigor i l'esforç. En aquest sentit, cal destacar algunes raons per les quals l'ensenyament de la ciència conté, en si mateix, una importància innegable: és important *en termes econòmics*, en referència a una millor gestió de l'economia social i global; en quant a trobar solució a la situació d'insostenibilitat ecològica, *cercant millors maneres d'explorar el potencial de la natura*; en la idea d'investigar sobre la ciència com a *plaer i diversió* per a l'individu; per la seguretat que aporta conèixer com *seleccionar i mantenir la tecnologia* que ens envolta i que forma part del nostre dia a dia; perquè s'ha de preparar els individus per formular-se idees i poder manifestar-les en *debats crucials* sobre l'ús de la ciència *amb els que s'afronten les nostres societats actuals*; a causa de la gran capacitat que pot oferir per al raonament humà i que l'individu *pot fer servir per prendre decisions i resoldre problemes de la seva pròpia vida*; i importa perquè constitueix una gran part de la nostra cultura, que sense una mínima comprensió *ningú es pot considerar adequadament culte* (Claxton, 1991. La cursiva és de l'autor).

2.2 El canvi de paradigma

Abans de començar a definir *com* considera la recerca educativa que ha de plantejar-se l'ensenyament de les ciències a les aules, considero necessari tractar un aspecte clau per a que l'aplicació de les 'noves estratègies' d'ensenyament i aprenentatge de les ciències esdevinguin efectives.

La ciència es presenta a la societat com un conjunt de coneixements amb un alt grau de complexitat, als quals únicament i exclusiva poden accedir aquells amb 'cervells privilegiats'. Aquesta visió de la ciència, més que afavorir la curiositat dels individus per descobrir-la i participar de manera activa, la perjudica, tant en la manera com conceben els alumnes el seu aprenentatge, com en la manera d'entendre dels propis docents l'ensenyament. En aquest sentit, Pujol (2003) senyala: «s'ha de tenir present que en la societat actual no sempre es projecta una imatge de la ciència a l'abast de tothom. Els mitjans de comunicació acostumen a presentar als personatges científics

com a 'homes', 'molt intel·ligents', 'molt treballadors i esforçats' que treballen en un 'complicat laboratori' i utilitzen 'tècniques molt sofisticades', transmetent una imatge de la ciència associada al poder, creada per sectors minoritaris i a l'abast exclusiu dels mateixos [dels sectors minoritaris]. És una imatge que arrela en els escolars i que, en masses ocasions, és reforçada des de les pròpies classes de ciències». La societat en general i l'educació en particular s'ha d'encarregar de modificar els fonaments que configuren aquesta visió. D'una banda, fora convenient remodelar la imatge del científic, d'aquell que es dedica professionalment a la ciència. La història ens ha proporcionat grans científics que han aportat coneixements molt útils i de gran valor per a la societat actual. No podem parlar de ciència sense recordar a Albert Einstein, Isaac Newton, Galileu Galilei, Charles Darwin, Marie Curie, Luis Pasteur, Arquímedes, Copèrnic i Stephen Hawking, entre d'altres. Són grans individus que, a causa d'un esperit amb una gran curiositat i moltes hores de dedicació i esforç (i també d'una 'ment privilegiada'), han arribat a descobriments d'una riquesa inqüestionable. No obstant això, caldria deixar de relacionar el terme 'científic' amb la imatge d'un únic individu amb una 'capacitat mental sobrenatural', tancat en si mateix i que treballa sol. Avui dia, les investigacions i els progressos científics es vinculen a 'la comunitat científica', un grup de persones que investiguen conjuntament i comparteixen oralment i per escrit la seva feina. D'altra banda, hauríem de deixar de definir el científic com una 'rata de laboratori' que utilitza 'aparells' molt sofisticats i barreja, entre altres substàncies, 'líquids de colors' amb una pipeta (sense menysprear la feina dels químics, evidentment). S'ha de concebre el científic com una persona al servei de la societat, que treballa la ciència a nivell professional i, per tant, utilitza un pensament i una manera de fer pròpia de la ciència. Tot i així, és ben cert que per dedicar-se professionalment a la ciència és condició *sine qua non* l'estudi d'una forta teoria i el desenvolupament d'una gran part pràctica. Per aquest motiu, caldrà diferenciar entre el 'model purament científic' i el 'model científic escolar', els quals tracto més endavant. Retornant al canvi de visió que es pretén definir en aquest apartat, és aquesta modificació en la manera de concebre la ciència i la figura del científic el que anomeno 'canvi de paradigma'

2.3 Desenvolupament de la competència científica

El Currículum d'Educació Primària de Catalunya defineix la competència científica com: «el **desenvolupament** i l'**aplicació** del **pensament científic i tècnic** per interpretar la informació que es rep i per predir i prendre decisions amb iniciativa i autonomia en un món en què els avenços que es van produint en els àmbits científic i tecnològic són molt ràpids i tenen una influència decisiva en la vida de les persones, la societat i el món natural. Implica també la **diferenciació i valoració** del coneixement científic al costat d'altres formes de coneixement, i la utilització de valors i criteris ètics associats a la ciència i al desenvolupament tecnològic» (Decret 142/2007, DOGC). En aquest mateix sentit, l'Informe PISA (2006) explica que la competència científica fa referència als aspectes següents:

- el coneixement científic i l'ús que d'aquest se'n fa.
- la comprensió dels trets característics de la ciència.
- la consciència de com la ciència i la tecnologia conformen el nostre entorn material, intel·lectual i cultural.
- la disposició a implicar-se i comprometre's amb les idees de la ciència.

D'aquests dos documents es pot extreure que la simple transmissió d'informació sobre les actuals i anteriors idees de la ciència, que molt sovint es dona a les nostres aules, no garanteix (ni tan sols a petita escala) l'assoliment de les habilitats cognitives i manipulatives que caracteritzen la ciència. En referència a això, García (1998) denuncia que «el coneixement que es treballa a les aules s'identifica amb el llibre de text. L'ensenyament es redueix a la transmissió d'aquests coneixements, sense tenir en compte les idees dels infants (són irrelevants, la seva ment és una pàgina en blanc) o només es consideren com a 'errors' que s'han d'eliminar i substituir pel coneixement científic 'vertader'. Ensenyar és imposar un conjunt de veritats absolutes i tancades, aprendre és '*hincar codos*', realitzar un esforç de memorització, repetir molts cops la mateixa informació, escoltar atentament a qui en sap. D'aquesta manera, els nostres alumnes aviat es convencen de dos fets: no hi ha diversitat d'interpretacions sobre el món, només hi ha una veritat que s'ha d'aprendre (la del professor i/o llibre de text), i per aprendre és suficient amb copiar-repetir el que s'indica». Per aquest motiu, és necessari un canvi en la manera de concebre l'ensenyament de les ciències a l'aula, ja que aquesta visió merament superficial de les ciències no garanteix en l'infant l'assoliment de la competència científica. En conseqüència, implica portar a terme una pràctica diferent a l'aula, que situï l'infant al centre del seu procés educatiu i l'endinsi en l'essència del coneixement científic. La no modificació d'aquesta pràctica corre el

risc de caure en el que Cañal i Porlan (1988) anomenen 'ensenyament-ficció', on «l'alumne fa veure que aprèn, el professor fa veure que ensenya i ambdós en el seu fur intern estan convençuts que ni aprenen, ni ensenyen res suficientment significatiu».

Actualment, per assolir la competència científica, els experts coincideixen en recomanar l'aplicació d'estratègies didàctiques basades en la investigació dels infants (IBSE, *inquiry-based science education*). Per aquest motiu, cal situar l'infant en contextos d'investigació reals, enfocant el treball a partir del mètode científic. La ciència suposa una manera específica d'interactuar amb el món que ens permet interpretar què passa al nostre voltant i crear un sistema de coneixement consistent. D'aquesta manera, l'infant ha de ser capaç de posar en pràctica les maneres de 'pensar', 'fer' i 'parlar' que caracteritzen la ciència (Pujol, 2003). Així doncs, la perspectiva actual sobre l'aprenentatge de les ciències proposa una immersió de l'alumne (i també del mestre) en el que s'ha denominat 'la cultura científica'.

La ciència és al mateix temps una activitat (cognitiva i manipulativa) i un conjunt de coneixements. En conseqüència, el model de treball a l'aula podria basar-se en el lema proposat per Martí (2012) :

- **Aprendre a investigar** -adquirir habilitats per fer ciència i per comprendre què és la ciència-
- **Investigar per comprendre** -adquirir les idees científiques bàsiques a partir de l'evolució del propi coneixement intuïtiu sobre els objectes i fenòmens de l'entorn i usar-les per comprendre el món i per actuar en el món-.

Tenint en compte aquest plantejament, es desenvolupen els dos apartats següents, que tracten de recollir les idees bàsiques proposades per Martí (2012), respecte el procés d'ensenyament i aprenentatge de les ciències a l'Educació Primària.

2.3.1 Aprendre a investigar

Tal com s'ha vist a l'apartat anterior, ensenyar ciències és quelcom més que donar a conèixer idees científiques. El Currículum actual planteja que l'ensenyament de les ciències ha de contribuir a desenvolupar el pensament científic dels nens i nenes. Per aquest motiu, i tenint en compte que fer ciència implica generar coneixement, l'infant ha de poder participar en situacions d'investigació, en les que faci servir i aprengui els processos característics de l'activitat científica. Pel contrari, si les activitats que es porten a terme a l'aula no poden ser considerades investigacions, no podem pretendre

que els infants construeixin un aprenentatge veritablement científic. D'aquesta manera, la pràctica a l'aula s'hauria de basar en el plantejament i resolució d'autèntics problemes d'investigació. Segons Díaz i Jiménez (1999) són dos els trets que caracteritzen els 'problemes autèntics': «en primer lloc, en quant al caràcter del problema i la seva formulació, han d'estar situats en un context realista i ser rellevants per a l'alumnat i, en segon lloc, en quant a la forma de resolució, que l'anàlisi de les dades i proves es faci seguint unes pautes similars a les que segueix la comunitat científica». En aquest mateix sentit, Martí (2012) fa servir el terme 'investigació autèntica' per referir-se a «investigacions en què els alumnes estan plenament implicats i que condueixen, d'una banda, a l'establiment de fets a partir de l'observació de dades reals i, d'altra banda, a la construcció de models explicatius sobre els fets obtinguts». D'aquesta manera, entenent la ciència com una activitat, la ciència escolar també l'hauríem de concebre com una activitat (Martí, 2012; Pujol, 2003).

Els següents apartats desenvolupen els elements clau en qualsevol procés d'investigació i la seva posada en pràctica a l'aula.

2.3.1.1 Les preguntes

Les preguntes poden ser com una palanca que uses per forçar o obrir la tapa d'un pot de pintura... Si tenim una palanca curta, únicament podem trencar la tapa del pot. Però si tenim una palanca més llarga, o una pregunta més dinàmica, podem obrir el pot àmpliament fins a remoure tot el contingut... Si s'aplica la pregunta correcta, i s'excava de manera suficient, aleshores podem remoure i treure totes les solucions creatives (Fran Peavey).

L'ésser humà disposa de la capacitat intrínseca de plantejar-se qualsevol cosa sobre el món que l'envolta. És la necessitat de voler conèixer com funciona allò més proper a ell (i també allò més llunyà). La pregunta neix de la curiositat, una curiositat il·limitada que ha conduït a l'obtenció d'una àmplia herència cultural. A la ciència, «les preguntes són el motor de qualsevol investigació» (Martí, 2012). Per aquest motiu, la capacitat de formular preguntes constitueix un aspecte fonamental que permet avançar en el coneixement científic.

Al contrari del que s'ha portat a terme a les classes de ciències durant molt anys (i continua passant), en què s'ha donat més importància a la memorització de respostes que al plantejament de preguntes, la recerca educativa posa sobre la taula la importància de les preguntes en la construcció del coneixement de l'infant. En relació a això, «ensenyar i aprendre a formular preguntes en l'escola primària sembla una tasca

fàcil, ja que l'alumnat, sobretot dels primers cursos, tenen moltes coses que preguntar. No obstant això, formular preguntes significatives des del punt de vista científic no és tan simple i comporta tot un procés que ensenyi a diferenciar el que és o no significatiu preguntar» (Pujol, 2003). En conseqüència, el mestre ha de ser capaç de plantejar 'bones preguntes' a l'aula, a les quals Márquez, Roca i Via (2003) atribueixen quatre característiques bàsiques:

- *Productives*: són aquelles que promouen que els alumnes 'facin' més que no pas 'diguin' la resposta.
- *Situades en un context*: s'han de presentar un context real o imaginari que englobi la pregunta i sigui conegut per l'alumne, per tal que la pugui interpretar.
- *Que donin pistes*: han d'orientar l'infant per a que pugui respondre allò que espera el professorat.
- *Que preguntin realment el que es vol preguntar*: han d'estar ben formulades, especificant de manera clara quina és la demanda.

Tenint en compte aquestes característiques, s'han de formular «'preguntes investigables', [és a dir], les que es puguin respondre pels propis infants a través del disseny i la realització d'un procés d'investigació» (Martí, 2012). Així doncs, les preguntes que s'originen a l'aula han de conduir a la realització d'experiències.

Les preguntes de la ciència experta es poden englobar en dos tipus de preguntes: preguntes del 'què' i preguntes del 'com/per què'. Les del 'què' són preguntes descriptives, ja sigui d'un objecte, d'un organisme o d'un fenomen de la realitat. D'altra banda, les preguntes del 'com/per què' busquen les causes immediates i/o evolutives d'aquell objecte, organisme o fenomen. En una seqüència d'activitats, s'haurien de combinar ambdós tipus de preguntes, situant en cada moment la pregunta adequada (Martí, 2012).

Tal com senyala Harlen (1988), «les preguntes dels infants són molt importants i és necessari atendre-les sempre perquè és la manera que tenen els nens i nenes de manifestar el seu interès i relacionar uns coneixements o experiències amb altres». No obstant això, en ocasions les preguntes dels infants no porten a la investigació, ja que demanen la resposta immediata del mestre. Per aquest motiu, s'ha d'ajudar l'infant a modificar la seva pregunta inicial per una pregunta investigable. En aquest sentit:

Fer conscients els nens i nenes de la importància de les preguntes és un dels continguts clau per aprendre ciències i, per aquest motiu, hauria d'assegurar-se de què, al llarg del projecte curricular de l'àrea, no només apareixin moltes preguntes sinó que hi hagi espais específics en els que es pugui reflexionar sobre la idoneïtat de cada tipus de pregunta. Només quan els nens i nenes hagin adquirit consciència i coneixements sobre el significat de les preguntes en una investigació, podran utilitzar-les correctament de manera autònoma. Fer bones preguntes no és fàcil però es pot aprendre, i aquesta hauria de ser una prioritat de la formació personal dels mestres (Martí, 2012).

2.3.1.2 L'àmbit de les dades, els fets i les evidències

Qualsevol procés d'investigació comporta, en primer lloc, una obtenció de dades (ja sigui observant i/o experimentant), en segon lloc, un anàlisi de les dades obtingudes i una extracció de conclusions i, en tercer lloc, una avaluació i revisió de l'obtenció de dades i l'establiment d'evidències.

a. Observar

Observar suposa posar en marxa els sentits per obtenir dades d'un objecte, un organisme o un fenomen. D'aquesta manera, esdevé únicament i exclusiva una activitat sensorial i passiva per a l'alumnat, en la que el nen o nena 'mira' l'objecte d'estudi. Des de la perspectiva científica, la idea d'*observar* va molt més enllà. Implica activar els coneixements que ja es posseeixen per establir relacions amb l'objecte d'estudi. Així doncs, constitueix una activitat intel·lectual, en la que l'infant no només constata allò que veu, sinó que relaciona els diferents factors observats en un marc de coneixement, construeix idees i planteja nous problemes (Martí 2012; Pujol, 2003). En aquest sentit, caldria diferenciar entre l'observació lliure i la dirigida. La primera esdevé un element clau de motivació, ja que incita a la curiositat i l'exploració. L'infant pot actuar lliurement, manipulant, comparant, identificant propietats, etc, sota els seus propis criteris. Per aquest motiu, el mestre pot recollir *com* els infants perceben aquell objecte, organisme o fenomen i, a partir d'aquí, dissenyar i orientar la continuació del tema d'estudi. No obstant això, una limitació important és que l'infant no posseeix cap tipus d'objectivitat en la recollida de dades, per tant, es fixa en els detalls que més li poden cridar l'atenció, els quals poden no ser els veritablement rellevants. Per tot això, una observació lliure s'ha de concebre com el pas previ a una observació dirigida, la qual ha de ser formulada per a què plantegin la realització d'un treball experimental que permeti comprovar les seves idees i hipòtesis i, d'aquesta manera, construir nous coneixements (Martí, 2012; Pujol, 1994, 2003).

b. Experimentar

Experimentar consisteix en realitzar una prova o una manipulació per comprovar quelcom dubtós, especialment sota condicions de la persona o persones que el porten a terme. D'aquesta manera, no s'hauria de relacionar l'experiment amb el concepte de 'joc', sinó que s'ha de prendre consciència de la seva importància per a l'activitat científica. La realització d'un experiment sempre comporta la comprovació d'una determinada hipòtesi i, per aquest motiu, requereix un disseny i una planificació prèvia. En aquest sentit, els infants no han d'aprendre únicament tècniques i estratègies experimentals, sinó entendre el per què s'experimenta i com és que es fa d'aquesta manera; el que Martí (2012) anomena «aprendre a fer ciència i aprendre sobre la ciència». Així doncs, l'ensenyament de les ciències té com a finalitat, entre moltes altres, que els infants esdevinguin autònoms en el disseny i planificació d'un experiment i, per aquest motiu, a mesura que avancen de curs, els infants han de proposar experiments i els han de portar a terme de manera més autònoma. És important, també, que «els experiments siguin significatius per al model teòric-científic que es desitja explicar i que les dades i fets que s'obtinguin puguin ser interpretats pels nens i nenes usant el seu coneixement previ» (Martí, 2012). Per tot això, els docents no han de reduir la tria d'experiments a aquells que ja coneixen i saben quin és el resultat, ni als que puguin cridar més l'atenció als infants, sinó s'han de basar en els que tinguin més i millor relació amb el concepte i model explicatiu que es pretén treballar.

Moltes de les qüestions que es plantegen a Primària tenen a veure amb problemes de relació entre variables. En aquests casos, el Disseny Experimental amb Control de Variables (DECV) és l'estratègia adequada per resoldre'ls. En un DECV intervenen 3 tipus de variables:

- Variable independent: és la variable que selecciona la persona que investiga, i la modifica de manera controlada.
- Variable dependent: a través de les modificacions en la variable independent, observo o mesuro què provoca en la variable dependent.
- Variables de control: són aquelles variables que intervenen en el disseny experimental i que es considera que poden afectar el resultat. Per aquest motiu, s'hauran de mantenir constants en cada experiment.

Des de la recerca educativa es proposa que «el control de les variables sigui senzill, i que els instruments d'observació i mesura siguin fàcils d'utilitzar pels propis alumnes, de la manera més autònoma possible» (Martí, 2012).

Plantilla amb els passos a seguir per dissenyar un DECV:

Disseny experimental amb control de variables

1. De que depèn que..... ? (identificar variables que afecten el fenomen)
2. Seleccionar una variable. *Com afecta la temperatura a la dissolució del sucre?*
3. Dissenyar un experiment amb control de variables

Què canviarem? (variable independent)	Què observarem o mesurarem? (variable dependent)	Què no podem modificar? (variables de control)
Com ho farem?	Com ho farem?	Com ho farem?

4. Obtenir dades. Representar-los en una taules, gràfiques, dibuixos.
5. Establir resultats (evidència).

c. Analitzar dades i establir conclusions

Per analitzar dades primer s'han d'ordenar, agrupar i representar d'alguna manera. L'escola no ha atorgat a aquest pas la gran importància que té en un procés d'investigació. Per aquest motiu, s'hauria de realitzar un treball en profunditat sobre aquest aspecte. Una bona manera de realitzar-ho és a través de les taules i dels gràfics. Tradicionalment, aquests elements s'han treballat únicament des de l'àrea de matemàtiques i, sense posar en dubte la rellevància que tenen en aquesta àrea, s'haurien de treballar, paral·lelament, des de l'àrea de ciències. D'aquesta manera, la feina realitzada en ambdues àrees podria ser complementària. Un cop ordenades, agrupades i representades les dades, és el moment d'analitzar-les. Així doncs, s'han d'*identificar els patrons, és a dir, les relacions entre les diferents variables, que poden ser lineals, exponencials, etc.* Aquest és un pas que requereix una gran ajuda per part del mestre, sobretot en els primers cursos. Posteriorment, en base als patrons identificats, s'hauran d'*extreure les conclusions, és a dir, formular les afirmacions que es poden fer a partir dels resultats obtinguts durant el procés d'investigació.* A partir d'aquestes informacions, s'elaboren les conclusions. En aquest sentit, *l'extracció de conclusions és el final de tot un procés que, probablement pels nens i nenes, haurà*

tingut moments molt emocionants i, inclús, inquietants. Però la extracció de conclusions no és simplement el final de l'activitat, sinó un dels moments més importants, i per aquest motiu se l'ha d'atorgar l'espai suficient en la planificació de l'activitat i un espai físic tranquil i adequat per a que es pugui portar a terme (Martí, 2012. La cursiva és de l'autor).

d. Avaluar i revisar el procés

La idea que els infants s'aniran construint sobre el pensament científic dependrà, en gran part, de com sigui la seva experiència a l'aula. Per aquest motiu, i per tal de construir un bon esquema mental de què és la ciència i com funciona, s'hauria de portar a terme una avaluació i revisió del procés. Com s'extreu de la competència científica, aprendre ciències no consisteix només en l'aplicació mecànica de certes estratègies, sinó també en la interiorització de la lògica de la ciència, mitjançant la reflexió metacognitiva de l'infant. D'aquesta manera, s'ajuda als nens i nenes a adquirir una visió global i científica del procés realitzat. Per aquest motiu, s'haurà d'avaluar i revisar el procés, prenent consciència del 'què' i el 'com' s'ha fet i el 'per què' s'ha fet d'aquesta manera.

2.3.1.3 L'àmbit de les explicacions i els models teòrics

Fer ciència, com ja s'ha comentat anteriorment, implica generar coneixement. I la finalitat de generar coneixement és, sense cap mena de dubte, poder-ho explicar i compartir amb els altres. És per això que la ciència esdevé una activitat social i cultural. D'aquesta manera, la finalitat de l'ensenyament de les ciències a l'escola no consisteix únicament en la realització de processos experimentals per tal d'obtenir dades i establir fets, sinó ser capaç, també, d'explicar-los.

a. Les explicacions científiques

Sovint se suposa que els infants seran capaços de formular una bona explicació científica en base als continguts treballats des de l'àrea de llengua. S'hauria de tenir en compte que les explicacions que es formulen a les classes de ciències haurien de seguir unes pautes similars a les que segueix la comunitat científica. En conseqüència, fóra convenient diferenciar entre el 'llenguatge científic' i els continguts que es treballen a l'àrea de llengua. L'adquisició de la competència científica implica, també, l'aprenentatge de la manera de 'comunicar' característica de l'activitat científica; i aquest és un objectiu que s'ha de treballar des de la pròpia àrea de ciències (Sanmartí

i altres, 2003). En aquest mateix sentit, Català i Vilà (1995) senyalen: «s'ha de potenciar que des de cada matèria s'ensenyi el llenguatge que li és propi, perquè no podem pretendre que la classe de llengua es converteixi en una àrea d'abast universal, en la que l'alumne vegi i aprengui a usar totes les funcions lingüístiques, amb totes les seves característiques i especificitats».

Una bona estratègia per ensenyar i aprendre a realitzar bones explicacions científiques consisteix en treballar-les en base al relat. El relat és un element molt conegut i proper a l'infant, i aquesta pot esdevenir una gran oportunitat per introduir-les. D'aquesta manera, es podria confeccionar una explicació científica identificant el 'protagonista', les 'aptituds' i les ' propietats' que té, les 'accions' que realitza, com 'afecta' a la resta d'elements, com es 'relacionen' entre ells, etcètera (Martí, 2012).

b. Els models científics

Actualment, des de la recerca educativa, es planteja el treball a l'aula a partir de models. «Un model és una representació abstracta i simplificada d'un sistema o fenomen que fa explícits i visibles els seus elements centrals i que es pot usar per generar explicacions i prediccions» (Schwartz i altres, 2009. Citat a Martí, 2012). Així doncs, consisteix en una representació mental que construeix l'individu sobre un conjunt d'aspectes de la realitat. Els models són un aspecte clau en la ciència experta, ja que serveixen per englobar una gran quantitat de fenòmens que *a priori* sembla que no tenen cap relació. Per exemple, els fets referents a la formació de bombolles de sabó, la forma de les gotes d'aigua en diferents superfícies, l'evaporació de l'aigua, la transmissió del so, les dissolucions de sucre en aigua i les diferències de propietats entre sòlids, líquids i gasos s'inclouen dins de la teoria corpuscular de la matèria (model teòric). A causa de la importància dels models en l'activitat científica, els experts coincideixen en incloure'ls en el treball a l'aula. D'aquesta manera, no s'hauria d'ensenyar als infants de manera aïllada que el gos i el cavall són mamífers, que els ocells tenen ales, els peixos respiren per brànquies i el mussol és un animal nocturn, sinó que s'haurien de treballar en una globalitat per configurar el model ésser viu. En la construcció del model ésser viu, l'alumne és capaç de representar-se el món animal en una totalitat, i li permet establir relacions, per aquest motiu, pot reflexionar sobre els efectes que pot tenir una 'pertorbació' en un indret concret sobre tota la resta.

c. Les hipòtesis

Una hipòtesi és un supòsit o una idea que s'accepta, tot i que encara no s'ha demostrat ni confirmat. Les hipòtesis s'expressen en forma d'enunciat i serveixen per conduir una investigació. Per exemple, durant el treball a l'aula, es pot plantejar que 'la flotabilitat depèn del material i no del pes' (hipòtesi). Aleshores, dissenyarem una investigació en la que tractarem de comprovar si la hipòtesi s'acompleix o no, experimentant amb el pes de diferents materials i com actuen sobre la superfície de l'aigua (suren o s'enfonsen). En aquest sentit, caldria no confondre les hipòtesis amb les prediccions (Martí, 2012). Les prediccions deriven de les hipòtesis i consisteixen en anticipar què succeirà. Si seguim amb l'exemple de la flotabilitat, la predicció seria que diversos trossos de suro, encara que tinguin diferents masses, sempre suraran.

Constantment, la ciència experta treballa en base a hipòtesis. Per aquest motiu, es considera que el pensament científic és hipotètic, ja que sempre posa a prova les explicacions que genera. En aquest sentit, la recerca educativa proposa, d'una banda, que els infants siguin capaços d'elaborar les seves pròpies explicacions hipotètiques i, d'altra banda, que tota idea que s'exposa a l'aula ha de ser tractada com una hipòtesi (tant si és de l'alumne com del docent). D'aquesta manera, els infants, a més d'aprendre a formular hipòtesis, prenen consciència la naturalesa hipotètica de la ciència i, en conseqüència, de les seves pròpies idees (Martí, 2012; Pujol, 2003).

2.3.2 Investigar per comprendre

Tal com planteja la competència científica, la formació en ciències a l'educació primària no s'ha de caracteritzar únicament per ensenyar als nens i nenes les habilitats pròpies de la ciència i per comprendre com funciona ('aprendre a investigar'), sinó també per ajudar als infants a adquirir les idees científiques bàsiques amb la finalitat de poder-les usar per comprendre el món i per actuar en el món ('investigar per comprendre'). Per aquest motiu, no podem reduir l'ensenyament científic a la primera dimensió ('aprendre a investigar'). Aquesta primera part ha de conduir als alumnes a la comprensió i al coneixement de les idees científiques actuals, i la investigació a l'aula és, tal com senyala la recerca educativa, el mitjà més idoni per aconseguir aquesta finalitat (la dimensió més conceptual de l'aprenentatge científic). En aquest sentit, Martí (2012) apunta «a l'educació primària molts cops s'ha menyspreat aquesta dimensió i, s'ha assumit o bé que la construcció conceptual no ha de ser una prioritat de l'etapa, o bé que l'observació i l'experimentació conduiran sense problemes a la construcció dels conceptes i principis científics implicats en la comprensió d'un

determinat fenomen. Segons els plantejaments didàctics actuals, cap d'aquestes assumpcions és acceptable en el moment de pensar l'estil que haurà d'adoptar la ciència escolar». Ara bé, com construeixen els infants el seu coneixement conceptual, és a dir, com aprenen els nens i nenes? I en conseqüència, com s'ha d'ensenyar?

2.3.2.1 El canvi conceptual

A diferència de la creença establerta durant molts anys entre els mestres, en què s'ha considerat que les ments dels nens i nenes eren pàgines en blanc que s'havien d'anar omplint mitjançant la pràctica educativa a l'aula, la recerca educativa posa de manifest que els infants, inclús els més petits, disposen d'una àmplia sèrie d'idees amb les quals s'expliquen el món. Com ja s'ha esmentat anteriorment, l'ésser humà té la capacitat innata de preguntar-se com funciona el món i, davant d'aquestes qüestions, crea explicacions que sovint s'allunyen dels models teòrics que proposa la ciència.

El constructivisme és el corrent pedagògic actualment acceptat des del camp de la psicologia de l'educació, en referència a l'aprenentatge. Les teories constructivistes defensen la necessitat d'oferir a l'alumne les eines que li permetin crear els seus propis procediments per resoldre una situació problemàtica. D'aquesta manera, implica que les seves idees inicials es modifiquin i continuï aprenent. Així doncs, suposa una reconstrucció del propi coneixement.

En base a aquests dues premisses, d'una banda, les idees que els infants ja tenen sobre el món i, d'altra banda, la concepció constructivista de l'aprenentatge, la qual implica reconstruir aquestes idees prèvies, la recerca educativa referent a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències senyala la importància de concebre la figura de l'alumne com a 'objecte actiu' del seu propi procés d'aprenentatge. D'aquesta manera, s'ha de partir del que l'alumne ja sap (encara que no s'ajusti als models que proposa la ciència), i fer-lo evolucionar cap al coneixement científic a través d'activitats que el facin conscient de les limitacions de les seves idees i desenvolupin els nous coneixements objectes d'estudi.

Els estudis actuals senyalen que els infants (i també els adults) disposen de diferents idees, anomenades 'coneixement intuïtiu', amb les quals s'expliquen el món. Aquest 'coneixement intuïtiu' és fruit de l'experiència viscuda i la percepció, de la informació de l'entorn sociocultural i dels principis teòrics implícits sobre com és el món i com el coneixem. Tal com destaca Pujol (2003), «són idees que utilitzen per interpretar els fenòmens de la realitat quotidiana i que els serveixen per interpretar o per solucionar

els problemes que la vida planteja, per sobre d'aprofundir en la comprensió científica dels mateixos». Són idees que s'adquireixen abans i/o al marge del procés d'aprenentatge científic escolar i es caracteritza per ser un coneixement explicatiu, quotidià, fàcil d'adquirir i per la manca de reflexió metacognitiva. D'altra banda, el 'coneixement científic' s'adquireix a través de la investigació sistemàtica i contínuament avalua la teoria contrastant-la amb l'evidència. Es caracteritza per ser explícit, difícil d'adquirir i amb molt més poder explicatiu.

D'aquesta manera, quan es parla de 'canvi conceptual' es fa referència a la reconstrucció del coneixement intuïtiu del que disposen els alumnes, per arribar als coneixements que proposa la ciència, és a dir, el model científic. La recerca educativa posa de manifest que les teories intuïtives o, dit d'una altra manera, concepcions alternatives són molt difícils de canviar, ja que l'alumne acostuma a 'emmagatzemar' la nova informació sense que es produeixi cap canvi en el seu model mental. No obstant això, «des d'un punt de vista educatiu, aquestes teories intuïtives no s'haurien d'entendre com un obstacle o una dificultat que s'ha de superar sinó que s'haurien de veure com una possibilitat, perquè des del seu coneixement intuïtiu inicial els nens i nenes construiran nou coneixement» (Martí, 2012). En aquest sentit, l'objectiu de l'educació científica no és substituir les idees intuïtives dels alumnes per idees científiques, ni consisteix en afegir elements als seus esquemes mentals, sinó «ajudar [als alumnes] a diferenciar entre els seus raonaments i les expressions dels mateixos i els que utilitza la ciència, així com ajudar a entendre el per què d'aquestes diferències» (Pujol, 2003). En conseqüència, s'ha de tenir en compte la gran importància de fer explícits els models intuïtius dels nens i nenes. Així doncs, els dibuixos, les activitats d'expressió oral i escrita, les maquetes i l'escolta activa per part del mestre, entre d'altres, esdevenen estratègies òptimes per manifestar aquests models. L'expressió del coneixement intuïtiu és el que s'anomena 'models expressats'.

El 'canvi conceptual' s'ha de tenir en compte que no és fàcil, és un procés lent i gradual, que suposa assumir que les pròpies idees són hipòtesis verificables, i sovint requerirà el treball i l'evolució cap a 'models intermedis' o 'models sintètics' abans d'arribar al 'model científic'. En aquest sentit, i de manera evident, l'educació científica no té la intenció d'inventar nous fàrmacs ni arribar a noves teories. Per aquest motiu, caldrà establir un 'model científic escolar', que consistirà en aplicar la manera de 'fer', de 'pensar' i de 'comunicar' pròpia de l'activitat científica, però a nivell escolar.

2.4 Aspectes a tenir en compte

- Actualment, els mestres poden accedir de manera fàcil i còmode a la xarxa comarcal de biblioteques, al CDEC i a Internet, els quals ofereixen una àmplia gama de recursos per treballar les ciències a l'aula. Per aquest motiu, el mestre no pot reduir la seva pràctica educativa a allò que ja sap, sinó que ha d'estar disposat a innovar i aprendre contínuament.
- En aquest sentit, la formació continuada per part dels mestres és una bona manera de conèixer les noves estratègies d'ensenyament i aprenentatge que vagin sorgint, així com nous recursos docents. El mestre ha d'estar actualitzat!
- La concepció de l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències que hem tractat d'explicar en aquest document, esdevé un procés lent i gradual que s'ha de treballar al llarg de tota l'etapa d'educació primària.
- D'aquesta manera, fóra convenient la regularitat i la coherència en la formació de l'infant, és a dir, treballar seguint una metodologia clara i definida en tots els cursos (en base al que proposa la recerca educativa, evidentment).
- Per a que això sigui possible, és necessari dissenyar un projecte de centre en el que s'impliquin tots i cadascun dels mestres. No pot ser feina només d'una persona.
- Els infants de la nostra societat tenen accés lliure als mitjans audiovisuals, els quals proporcionen una visió de la ciència i del científic que juga en contra nostra. A través de documentals de televisió, de dibuixos animats, de pel·lícules, etc. es transmet una imatge de la ciència que la situa en un 'món' a l'abast de molt pocs. Aquesta situació requereix un esforç extra per part del mestre, per tractar de canviar aquesta visió; i per descomptat, aquest esforç s'ha de fer.
- «Quan els estudiants són 'addictes' a l'èxit, no gosen experimentar per por al fracàs» (Claxton, 1991). L'escola ha de deixar de transmetre la idea que els bons són els que no cometten errors, els que saben de què va tot, els que no se senten preocupats, etc. Aquesta circumstància afecta negativament a l'educació en general i a l'educació científica en particular.

- Els mestres ha d'implicar-se activament en les investigacions i mostrar interès i curiositat pels resultats que hi puguin sorgir. Aquest aspecte potencia la il·lusió per aprendre en els nens i nenes.
- «A les classes de ciències s'ha de poder parlar, introduir nous coneixements, discutir, negociar punts de vista, consensuar-ne... Però això és poc possible si predomina de forma exclusiva la classe magistral, la distribució de les taules en files separades, les tasques orientades a llegir el llibre de text i a respondre exercicis individualment (especialment si la resposta es troba en el mateix text i només s'ha de copiar)» (Izquierdo i Sanmartí, 2003).
- La finalitat de l'ensenyament de les ciències és que els infants esdevinguin autònoms. «Al finalitzar l'etapa, els alumnes haurien de ser capaços d'imaginar i dissenyar, implementar i revisar investigacions en diferents dominis per als quals tinguin una base suficient de coneixement» (Martí, 2012). Per aquest motiu, i de manera progressiva, els infants han d'anar prenent el control sobre els processos d'investigació.
- Per assegurar que els nens i nenes construeixin un bon coneixement sobre els temes que investiguen, és necessari reduir la quantitat d'idees que s'exposen a l'aula. Més val treballar poques idees però aprofundides, que tractar-ne moltes de manera superficial (Martí, 2012).
- L'aula de ciències o laboratori és un espai que motiva als alumnes a l'hora de treballar. En certa manera, els fa sentir més científics. Això s'ha d'aprofitar!
- La llibreta de ciències particular de cada alumne és un instrument molt interessant que hauria d'acompanyar l'infant durant tota l'etapa, i el permetria registrar obertament totes les investigacions realitzades.
- «Els mapes conceptuals són instruments didàctics que poden afavorir la creativitat dels escolars, la interacció entre ells, suggerir connexions entre coneixements antics i nous, etc. Poden usar-se dins d'un ampli ventall de situacions d'aprenentatge. Així, constitueixen instruments idonis per a que els escolars es representin els objectes d'aprenentatge, per a que esquematitzin, resumeixin o avaluïn els seus aprenentatges. Al professorat també li serveix per avaluar l'aprenentatge dels escolars, per detectar problemes que

requereixen una atenció específica i per estructurar les pròpies idees en relació a les temàtiques que pretén plantejar a l'aula» (Pujol, 2003).

- L'enfocament didàctic exposat atorga a l'avaluació una funció reguladora, tant de les dificultats i errors de la l'alumnat, com del procés d'ensenyament i aprenentatge que es segueix. En aquest sentit, s'hauria de concebre com una recollida de dades per tal de valorar la coherència entre les idees que s'expressen i els procediments que s'apliquen. De la mateixa manera, hauria de servir per a que els infants siguin conscients del 'què' s'està aprenent i del 'com' s'està fent.

2.5 Síntesi de les idees principals

La competència científica planteja que l'infant ha de 'fer', 'pensar' i 'comunicar' com fan els científics. L'assoliment d'aquesta competència no es pot reduir a la transmissió de coneixements teòrics ni a una simple manipulació d'objectes. Implica aprendre a 'fer' ciència i aprendre 'sobre' la ciència. D'aquesta manera, el model de treball a l'aula podria basar-se en el lema proposat per Martí (2012): 'Aprendre a investigar' i 'Investigar per comprendre'. Aquest plantejament involucra de manera activa l'alumne en el seu procés d'aprenentatge, per tal que esdevingui una persona autònoma i sigui capaç d'interpretar el món i actuar en el món. En aquest sentit, s'ha explicat què suposa investigar a l'aula i com s'ha de portar a terme, i què implica comprendre els models teòrics de la ciència.

Les pràctiques que s'han portat a terme a les aules han estat basades, durant molts anys, en la creença que les ments dels infants eren pàgines en blanc que s'havien d'omplir de coneixement. Rés més lluny de la realitat. Els estudis realitzats des de la recerca educativa posen sobre la taula que els infants són pensadors teòrics i que disposen una àmplia quantitat d'idees per explicar-se el món. Són aquestes idees, tal com planteja la recerca educativa, des de les que els docents han de dissenyar i enfocar la seva pràctica docent. Només a partir dels coneixements intuïtius dels nens i nenes, i a través d'una evolució cap als models que proposa la ciència, podran aprendre de manera significativa i esdevindran autònoms. Aquesta evolució és el que es denomina 'canvi conceptual'.

D'altra banda, la visió actual de la ciència i de la figura del científic no juga al nostre favor, ja que la situa en un *món* que únicament poden comprendre una minoria de 'ments privilegiades'. En conseqüència, és necessari un 'canvi de paradigma'.

3 Recerca

La recerca que s'ha dut a terme en aquest treball consisteix en un estudi de cas, a través del qual s'ha tractat d'analitzar com s'aplica el plantejament que actualment proposa la recerca educativa sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències en el dia a dia d'una escola. D'aquesta manera, s'ha realitzat una observació de dues unitats didàctiques del grup de 3r, de 10 i 8 sessions respectivament, així com de 5 sessions aïllades corresponents als cursos de P4, P5, 2n, 4t i 5è. Les dades s'han recollit mitjançant un diari d'observacions i, posteriorment, s'han analitzat de manera quantitativa i qualitativa, en referència al marc teòric definit a l'apartat anterior.

3.1 L'Arenal de Llevant

L'Arenal de Llevant és una escola pública de doble línia situada a la ciutat de Barcelona, concretament al barri de Poble Nou. L'escola és de nova creació, tot just fa 10 anys del seu inici, el curs 2003-2004, en unes instal·lacions prefabricades amb 100 infants de 3 i 4 anys i un equip de 6 mestres, dels quals ara únicament en queden dos, la directora del centre i una mestra d'educació infantil. El curs següent, 2004-2005, l'escola es va traslladar a l'edifici actual.

El Projecte Educatiu de Centre es recolza en uns principis bàsics que volen fer del centre una escola:

1. oberta i plural, inclusiva de totes les diversitats.
2. arrelada a la realitat nacional de Catalunya.
3. preocupada per la formació dels valors i les actituds.
4. implicada en la formació intel·lectual dels i les alumnes per tal que esdevinguin persones competents.

El centre desenvolupa el Currículum que determina l'Administració (Decret 181/2008, de 9 de setembre per a l'Educació Infantil i Decret 142/2007 de 26 de juny per a l'Educació Primària) a partir d'entorns d'aprenentatge i projectes que permeten interrelacionar les àrees per crear uns espais d'aprenentatge globalitzats on es contribueix al desenvolupament integral dels infants, apropant-los a la interpretació del seu entorn, creant un significat vàlid i funcional i facilitant la participació activa. Aquests entorns d'aprenentatge tenen com a eixos transversals, la ciència i la tecnologia. En aquest sentit, l'escola disposa d'un Pla d'Autonomia de Centre de ciència i tecnologia

des del curs 2005-2006. L'equip directiu considera que la ciència és una matèria prou àmplia com per encabir tota la resta de continguts i estructurar tots els aprenentatges. De la mateixa manera, no concep fer escola en el segle XXI sense atorgar una gran importància a la l'aprenentatge de la tecnologia. L'Arenal de Llevant tracta de desenvolupar una metodologia de treball a l'aula, en base a la proposta que actualment ofereix la recerca educativa de l'ensenyament i aprenentatge de les ciències (explicada a la fonamentació teòrica). Per portar-ho a terme, treballen a partir dels interessos dels alumnes i de 3 grans entorns d'aprenentatge que es treballen des de P3 fins a 6è: l'hort, els animals i el projecte d'aula. L'hort s'utilitza durant tot el curs escolar i cada grup s'encarrega de tenir-ne cura (regant, netejant, traient males herbes...) i de plantar alguna planta, hortalissa o vegetal per realitzar una tasca cada tres setmanes, a més d'un seguiment del seu creixement, canvis en el color, etc.

- Exemple de tasca de l'hort portada a terme pel grup de 3r: *Planteu espinacs a l'hort de l'escola i investigueu per què els espinacs tenen les fulles de color verd. Feu un seguiment del seu creixement, mesurant l'alçada i l'amplada, comptant les fulles i observant el color. Recordeu que per al bon funcionament de l'hort, sempre ha d'estar net i cuidat, per tant, com ja sabeu, cal regar, netejar, treure males herbes, etc.*

Els animals configuren el segon entorn d'aprenentatge. Cada curs, l'escola disposa de diferents animals entre els quals tracta de tenir aus, rèptils i mamífers. Aquest any, durant el període del 21 de gener al 22 de març, disposaven de conills, eriçons, grills, una tortuga, una tiliqua i pollets. Durant el curs, l'escola va disposant de diferents animals, als quals s'assignen dos grups-classe per tenir-ne cura i treballar-los. Aquest any, el grup de 3r s'encarrega dels pollets, juntament amb els de P4.

Finalment, el tercer gran bloc d'aprenentatge és el projecte d'aula, triat per cada grup a l'inici de curs. Consisteix en proposar temes que compleixin unes premisses i democràticament cada grup-classe escull el que més l'interessa. Al llarg del curs, els infants de cada grup treballen el tema en profunditat, a través de preguntes proposades pels propis alumnes. Per exemple, aquest curs, el grup de 3r són «Els fenòmens de la natura». El projecte d'aula té una gran importància per a tota l'escola, fins i tot, esdevé l'element identificador de cada nen i nena. Els infants no es presenten dient el curs que fan, sinó fent referència al projecte d'aula al que pertanyen. Així doncs, si es demana a un infant de quin curs és, acostumarà a respondre «sóc dels fenòmens de la natura», o «vaig a la classe del cos humà», o de la prehistòria, de la meteorologia, etc.

D'altra banda, els mestres també realitzen unitats didàctiques per tractar continguts més concrets que no guarden cap relació amb els centres d'interès o entorns d'aprenentatge. La metodologia de l'escola atorga molta importància a les 'bones preguntes', és a dir, aquelles que impliquen investigar per poder resoldre-les.

Un dels elements dels que disposa l'escola per treballar des d'aquesta perspectiva és l'aula de ciències, la qual disposa d'un bon equipament: lupes binoculars, esquelets d'animals terrestres i marins, aparells i materials de laboratori (provetes, pipetes, vas de precipitats, bicarbonat, etc.), aparells per treballar l'òptica, els sentits, les plantes, etcètera.

Amb tot això, s'ha tractat d'analitzar de quina manera aplica l'escola¹ la perspectiva actual de l'ensenyament i aprenentatge de les ciències.

3.2 Anàlisi de les dades recollides

Les observacions² portades a terme a L'Arenal de Llevant tracten de recollir dades referents a 4 àmbits: (1) la presència i la tipologia de les preguntes que apareixen; (2) la presència de realitat a les sessions; i la presència d'activitat científica a l'aula, (3) dirigida a obtenir dades i establir fets i (4) a la construcció d'explicacions, ús de models i a l'argumentació. Les dades recollides s'ordenen i es classifiquen en 4 taules³ (una per a cada àmbit). Posteriorment, s'analitzen fent referència al marc teòric. Paral·lelament, les observacions han permès recollir altres tipus de dades, que també s'inclouen en l'anàlisi: presència d'hipòtesis i prediccions, ús de l'aula de ciències i de l'equipament, implicació dels mestres en el projecte, eines emprades per al treball a l'aula, presència de treball cooperatiu, etc.

¹ Vegeu annex 1 per a més informació sobre la metodologia de treball del centre: vídeo de la VI Jornada Innovem, organitzada pel Departament, en la que la directora de l'escola explica com treballen.

² Vegeu annex 2: descripció de les observacions.

³ Vegeu annex 3: taules en les que s'ha ordenat i classificat la informació recollida.

ÀMBITS OBSERVATS I DIMENSIONS ANALITZADES DE CADA ÀMBIT:

- **1r àmbit: Presència i tipologia de preguntes que apareixen a la unitat didàctica.**

En aquest 1r àmbit s'han recollit totes les preguntes⁴ que han aparegut a les diferents sessions i s'han classificat en 3 dimensions:

- Preguntes del 'què' o del 'com/per què': les preguntes del 'què' són aquelles que es responen amb una descripció, en canvi, les preguntes del 'com/per què' són aquelles que demanen les causes immediates i/o evolutives de l'objecte d'estudi.
 - Exemple de pregunta del 'què': «Com és una dent per fora?». Per respondre-la, s'ha de descriure com és una dent per fora: «blanca, dura, de forma determinada,...».
 - Exemple de pregunta del 'com/per què': «Com és que els nadons no beuen aigua els primers mesos de vida?». Per respondre-la, s'han de buscar les causes per les quals els nadons no beuen aigua durant els primers mesos de vida. D'aquesta manera, s'hauria d'investigar què necessiten els nadons, de què està feta la llet i què els aporta.
- Segons el que proposa als infants que han de fer per respondre-la: investigar, buscar informació o exposar/usar els propis coneixements.
 - Exemple de pregunta que proposa investigar: «Si escalfem aigua, a quina temperatura bullirà?». Per respondre-la, s'ha d'investigar, és a dir, realitzar un experiment o una observació per trobar la solució.

⁴ S'han analitzat aquelles preguntes que permeten ser analitzades i que guarden relació amb l'ensenyament i aprenentatge de les ciències. Moltes de les preguntes que s'han recollit a les observacions no formen part d'aquest anàlisi perquè són preguntes de gestió d'aula, per tant, no aporten res concret a l'aprenentatge de les ciències. Exemples de preguntes no analitzades: «Què hem fet avui?», «Què vam fer l'altre dia?», «Estàs segur d'això?», «Què us sembla això?».

- Exemple de pregunta que proposa buscar informació: «Podem dir que les dents són ossos?». Per respondre-la, s'ha de buscar informació sobre les característiques de les dents i dels ossos.
- Exemple de pregunta que proposa exposar/usar els propis coneixements: «Podeu identificar quin tipus de dent és?». Per respondre-la, els infants exposen o usen el seu coneixement. D'aquesta manera, respondran la pregunta segons si saben o no els noms de cada tipus de dent.

▪ **2n àmbit: Presència de realitat a la unitat didàctica.**

S'han recollit totes les activitats de les dues unitats didàctiques observades, així com les de les sessions aïllades i s'han classificat en 3 dimensions:

- Segons si hi ha contacte amb la realitat o no, i quin tipus de contacte hi ha: s'entén el contacte amb la realitat com la presència d'algun objecte, fenomen o ésser viu que hi és present a l'aula per treballar-ho.
- Amb quina finalitat es produeix el contacte amb la realitat: què és pretén, quins són els objectius.
- Com s'utilitza el contacte amb la realitat en les activitats posteriors: com i quan es fan servir les dades obtingudes en la realització d'una altra activitat.
 - Exemple d'activitat amb contacte amb la realitat: els infants, situats en grups de 4/5 persones, escalfen aigua fins fer-la bullir i mesuren la temperatura fins que es manté constant. La finalitat d'aquest contacte amb la realitat és identificar la temperatura d'ebullició de l'aigua. Les dades recollides s'utilitzen a l'activitat següent per tractar el tema de l'evaporació.

▪ **3r àmbit: Presència d'activitat científica a l'aula (I): Obtenir dades i establir fets.**

Tant en aquest àmbit com en el següent s'analitza si es produeix activitat científica a l'aula, és a dir, si es genera coneixement científic seguint una metodologia similar a la que segueix la comunitat científica.

En aquest 3r àmbit les activitats recollides es classifiquen en 4 dimensions:

- Segons si l'activitat conté episodis que serveixen per obtenir, representar i analitzar dades: són activitats que condueixen a obtenir nova informació i a classificar-la per tal d'analitzar-la.
 - Segons si l'activitat conté episodis que serveixen per establir fets: fa referència a l'obtenció d'unes dades concretes de forma repetida, per tant, té lloc l'establiment de fets. Consisteix en fer una recollida de les dades obtingudes en un procés d'observació o d'experimentació.
 - Segons el paper que tenen alumnes i mestre en el procés d'obtenir, representar i analitzar dades o establir fets: quina és l'actuació de cadascun en cada cas.
 - Tipus de processos que es fan servir a l'activitat: observar, realitzar experiments amb control de variables, classificar, mesurar, comparar, escoltar una explicació, consultar una font d'informació, representar dades, identificar patrons, expressar resultats per escrit, etc. Respon a la pregunta «què es fa?».
 - Exemple de classificació d'activitat: L'activitat consisteix en trobar similituds i diferències entre dues hortalisses, un bròquil i una coliflor. D'aquesta manera, l'activitat condueix a obtenir dades perquè els infants han d'identificar les característiques d'ambdues hortalisses. En aquest cas, el paper de la mestra consisteix en fer de suport mentre els nens i nenes investiguen lliurement en petit grup. Els processos que es fan servir a l'activitat són observar, manipular i expressar els resultats per escrit.
- **4t àmbit: Presència d'activitat científica a l'aula (II): Construir explicacions, usar models, argumentar.**

En aquest 4t àmbit les activitats recollides es classifiquen en 3 dimensions:

- Segons si l'activitat condueix a generar una explicació i per part de qui: els alumnes o el/la mestre/a.
- Segons si es proposa als alumnes que creïn, revisin o usin models i per què: un model és una representació abstracta que recull un conjunt de

coneixements. D'aquesta manera, s'investiga si les pràctiques a l'aula afavoreixin que els infants expressin els seus models interns, per tal de fer-los evolucionar cap a models més científics.

- Segons si els alumnes argumenten: argumentar és defensar la validesa d'una explicació en base a les evidències disponibles.
 - Exemple de classificació d'activitat: L'activitat consisteix en pesar cada 3 minuts la quantitat d'aigua d'un recipient mentre l'escalfes. En aquest cas, l'activitat sí condueix a generar una explicació perquè hi ha una pregunta que demana «Què passarà amb la quantitat d'aigua líquida quan l'escalfem?». Els alumnes generen l'explicació. En aquesta activitat els infants no creen, revisen ni usen models. D'altra banda, sí argumenten ja que expliquen els resultats basant-se en aquesta activitat i en l'anterior, ho fan d'aquesta manera: «com hem pogut veure amb aquesta activitat i amb la del dia anterior, quan escalfem aigua líquida es va evaporant gradualment...».

▪ **Altres aspectes observats**

La informació recollida a través de les observacions també ens ha permès identificar altres aspectes referents al treball en grup, l'exploració dels coneixements previs dels infants, l'ús de l'aula de ciències, etc. Per aquest motiu, es considera convenient analitzar-los, esmentant-los de manera breu.

Amb tots aquests ítems, s'ha analitzat la informació recollida i, tot seguit, s'exposen els resultats obtinguts, expressant la quantitat en tant per cent i fent referència al marc teòric.

RESULTATS DE L'ANÀLISI

- **1r àmbit: Presència i tipologia de preguntes que apareixen a la unitat didàctica.**

Unitat didàctica: Les dents

Nº de preguntes compatibilitzades	Tipologia de les preguntes		Què es proposa		
	Què	Com/ Per què	Investigar	Buscar informació	Exposar/Usar els propis coneixements
32	68,75%	31,25%	53,57%	7,14%	39,29%

Tal com mostren els percentatges, en aquesta unitat didàctica s'han plantejat moltes més preguntes del 'què' (descriptives), que preguntes del 'com/per què' (explicatives).

D'altra banda, es mostra com la majoria de preguntes que s'han plantejat a l'aula condueixen a investigar, és a dir, a dissenyar una seqüència d'activitats encarada a resoldre el dubte que plantegen. A més a més, gairebé un 40% de les preguntes s'han plantejat per ser resoltes a partir dels propis coneixements dels infants. Finalment, una minoria de les preguntes plantejades s'adrecen a la cerca d'informació.

Unitat didàctica: Neu - El cicle de l'aigua

Nº de preguntes compatibilitzades	Tipologia de les preguntes		Què es proposa		
	Què	Com/ Per què	Investigar	Buscar informació	Exposar/Usar els propis coneixements
34	67,65%	32,35%	32,26%	3,23%	64,52%

Tal com mostren els percentatges, en aquesta unitat didàctica s'han plantejat moltes més preguntes del 'què' (descriptives), que preguntes del 'com/per què' (explicatives).

D'altra banda, es mostra que la majoria de preguntes s'han plantejat per ser resoltes a partir dels propis coneixements dels infants. A més a més, prop d'un 30% de les preguntes condueixen a investigar. Finalment, una minoria de les preguntes s'adrecen a la cerca d'informació.

Sessions aïllades

Nº de preguntes compatibilitzades	Tipologia de les preguntes		Què es proposa		
	Què	Com/ Per què	Investigar	Buscar informació	Exposar/Usar els propis coneixements
8	87,5%	12,5%	100%	0%	0%

Tal com mostren els percentatges, a les sessions aïllades s'han plantejat moltes més preguntes del 'què' (descriptives), que preguntes del 'com/per què' (explicatives), gairebé la totalitat han estat del 'què'.

D'altra banda, es mostra com totes les preguntes plantejades condueixen a realitzar un procés d'investigació.

En referència al 1r àmbit, l'anàlisi de les dades mostra una presència superior de tipologia de preguntes del 'què' (descriptives). Tal com planteja la recerca educativa, fer ciència no consisteix únicament en buscar dades i descriure-les, sinó també en saber explicar el per què de l'objecte d'estudi. D'aquesta manera, l'idoneïtat consisteix en un equilibri entre ambdues tipologies de preguntes, la qual cosa garanteix que tots els processos descriptius s'acompanyin de processos que expliquin les causes, entenent, per tant, com és l'objecte d'estudi i per què és d'aquesta manera.

D'altra banda, es mostra que l'escola atorga una gran importància a les preguntes investigables. D'aquesta manera, tracta de plantejar preguntes que condueixin al disseny de diferents activitats per tal de resoldre-les. Per aquest motiu, es plantegen

preguntes productives, és a dir, aquelles en què els alumnes han de mobilitzar coneixements nous per respondre-les. Així doncs, són preguntes que s'adrecen a generar coneixement científic a través de la investigació. En aquest sentit, tal com planteja la perspectiva actual, no s'hauria de confondre investigar amb buscar informació. La cerca d'informació és un pas essencial en un procés d'investigació, per documentar-se, per informar-se, però no equival a investigar. Tal com s'extreu de l'anàlisi, la metodologia de treball de l'escola no confon aquests dos processos, ja que la cerca d'informació es porta a terme, però en moments puntuals i quan realment és necessària. En tercer lloc, la recerca educativa senyala la importància d'iniciar l'activitat a l'aula partint d'allò que el nen ja sap. En referència a això, l'anàlisi mostra com l'escola planteja preguntes per fer explícits els coneixements dels infants i poder iniciar el treball.

Finalment, un altre aspecte a destacar positivament és l'elevada quantitat de preguntes que es plantegen. L'escola no acostuma a donar respostes, sinó a plantejar preguntes, per tal que els nens i nenes puguin investigar. Aquesta és una de les grans idees que planteja la perspectiva actual. A més a més, s'ofereix als infants la possibilitat de plantejar els seus dubtes, formular les seves preguntes i treballar a partir d'aquests interessos.

- **2n àmbit: Presència de realitat a la unitat didàctica.**

Unitat didàctica: Les dents

Nº activitats	Contacte amb la realitat		Ús en activitats posteriors	
	Sí	No	Sí	No
11	54,56%	45,44%	100%	0%

Tal com mostren els percentatges, al llarg de la unitat didàctica hi és molt present el contacte amb la realitat, la totalitat del qual s'utilitza en activitats posteriors

Unitat didàctica: Neu - El cicle de l'aigua

Nº activitats	Contacte amb la realitat		Ús en activitats posteriors	
	Sí	No	Sí	No
12	50%	50%	100%	0%

Tal com mostren els percentatges, al llarg de la unitat didàctica hi és molt present el contacte amb la realitat, la totalitat del qual s'utilitza en activitats posteriors

Sessions aïllades

Nº activitats	Contacte amb la realitat	
	Sí	No
5	100%	0%

Tal com mostra el percentatge, la totalitat de les sessions aïllades observades s'han dut a terme a partir d'algun tipus de contacte amb la realitat.

En referència al segon àmbit, l'anàlisi de les dades mostra la gran importància que atorga l'escola al treball a partir de la realitat, ja sigui un objecte, un ésser viu, un fenomen, etc. Tal com destaca la perspectiva actual, els infants han de fer ciència i «la ciència es troba bàsicament a la realitat, no en els llibres o entre els experts (siguin mestres o científics)» (Martí, 2012). D'aquesta manera, l'escola treballa bàsicament a partir de l'observació, manipulació, experimentació..., deixant als infants descobrir els resultats. A més a més, els contactes amb la realitat es duen a terme amb finalitats concretes i les dades que es recullen s'utilitzen en activitats posteriors, creant així una seqüència d'activitats amb un sentit i una coherència.

- **3r àmbit: Presència d'activitat científica a l'aula (I): Obtenir dades i establir fets.**

Unitat didàctica: Les dents

Nº activitats	Obtenir, representar i analitzar dades	Establir fets	Dades i fets
11	54,56%	27,27%	18,18%

Tal com mostren els percentatges, al llarg de la unitat didàctica s'han portat a terme més activitats que condueixen a obtenir, representar i analitzar dades, que no a establir fets. D'altra banda, es plantegen activitats que per si mateixes impliquen ambdós processos.

Unitat didàctica: Neu – El cicle de l'aigua

Nº activitats	Obtenir, representar i analitzar dades	Establir fets	Dades i fets	Ø
12	33,33%	25%	25%	16,67%

Tal com mostren els percentatges, al llarg de la unitat didàctica s'han portat a terme més activitats que condueixen a obtenir, representar i analitzar dades, que no a establir fets. D'altra banda, es plantegen activitats que per si mateixes impliquen ambdós processos. Finalment, el tant per cent d'activitats de l'última casella (Ø) són activitats que no es poden classificar perquè no condueixen a cap dels dos processos.

Sessions aïllades

Nº activitats	Obtenir, representar i analitzar dades	Establir fets	Dades i fets
5	80%	0%	20%

Tal com mostren els percentatges, gairebé la totalitat de les sessions aïllades observades condueixen a obtenir, representar i analitzar dades. D'altra banda, es plantegen activitats que per si mateixes impliquen ambdós processos.

En referència al 3r àmbit, l'anàlisi de les dades mostra un desequilibri entre les activitats, ja que majoritàriament s'adrecen a obtenir, representar i analitzar dades. No obstant això, es pot veure com l'escola també dedica molts espais a l'establiment de fets. Tot i així, tal com planteja la perspectiva actual, l'obtenció de dades ha de conduir a l'establiment de fets, seria un error portar a terme processos d'investigació en el que únicament s'obtenen dades.

La pràctica educativa de l'escola realitza diversos processos a l'hora de realitzar les activitats, entre els quals destaquen: mesurar, pesar, observar, manipular, classificar, identificar patrons, comparar, buscar informació i expressar els resultats oralment i per escrit. D'altra banda, el paper de la mestra durant la realització de les activitats acostuma a ser de guia de l'aprenentatge, ja que normalment es dedica a fer de suport mentre els infants treballen lliurement en petit grup.

- **4t àmbit: Presència d'activitat científica a l'aula (II): Construir explicacions, usar models, argumentar.**

Unitat didàctica: Les dents

Nº activitats	L'activitat condueix a generar una explicació		Ús de models		Els alumnes argumenten	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
11	81,82%	18,18%	45,45%	54,55%	36,36%	63,64%

Tal com mostren els percentatges, la gran majoria de les activitats portades a terme al llarg de la unitat condueixen a generar una explicació. D'altra banda, es detecta una mancança en l'argumentació, és a dir, defensar la validesa d'una explicació en base a les evidències disponibles. Finalment, més de la meitat de les activitats realitzades no contempnen l'ús de models.

Unitat didàctica: Neu - El cicle de l'aigua

Nº activitats	L'activitat condueix a generar una explicació		Ús de models		Els alumnes argumenten	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
12	91,67%	8,33%	16,67%	83,33%	41,67%	58,33%

Tal com mostren els percentatges, gairebé totes les activitats portades a terme al llarg de la unitat condueixen a generar una explicació. D'altra banda, es detecta una mancança en l'argumentació, és a dir, defensar la validesa d'una explicació en base a les evidències disponibles. Finalment, la gran majoria de les activitats realitzades no contempnen l'ús de models.

Sessions aïllades

Nº activitats	L'activitat condueix a generar una explicació		Ús de models		Els alumnes argumenten	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
5	100%	0%	0%	100%	100%	0%

Tal com mostren els percentatges, la totalitat de les activitats portades a terme a les sessions aïllades observades condueixen a generar una explicació. D'altra banda, es mostra com en totes les activitats els infants han argumentat. Finalment, a cap de les sessions s'han usat models per treballar.

En referència al 4t àmbit, l'anàlisi de les dades mostra que la gran majoria de les activitats condueixen a generar una explicació. D'aquesta manera, són activitats que plantegen un problema a resoldre i, posteriorment, demanen una explicació. En aquest sentit, l'escola potencia que siguin els infants qui formuli les explicacions. Tot i així, al llarg de les dues unitats s'ha detectat que moltes de les explicacions es redueixen a descriure el procés seguit o els resultats obtinguts i no tant a l'argumentació. Tal com destaca la perspectiva actual, l'infant ha de comunicar i expressar d'una manera similar a la que segueix la comunitat científica, és a dir, parlant amb rigor, amb vocabulari específic, especificant les limitacions.. i tots aquests són aspectes que l'escola els contempla de manera implícita. Els estudis actuals posen de manifest que s'han de fer explícits i treballar-los tant a nivell cognitiu (pensar com fer l'explicació), com a nivell manipulatiu (fer l'explicació), i sempre tenint en compte que s'han de formular en base a les evidències disponibles.

D'altra banda, els models són un element clau per a l'activitat científica i, per aquest motiu, s'haurien d'incorporar al treball a l'aula. En aquest cas, l'escola és conscient de la rellevància de l'ús dels models, però encara està lluny d'atorgar un paper important a aquest aspecte en la pràctica diària, ja que se'n fa un ús reduït.

- **Altres aspectes observats**

La recollida de dades ha permès identificar altres aspectes, són els següents:

- Disseny Experimental amb Control de Variables (DECV). El DECV és una estratègia molt utilitzada a L'Arenal de Llevant, ja que sovint es plantegen problemes al voltant de l'existència o no de relació entre dues variables. Tot i així, es treballa de manera implícita. Les observacions no han mostrat que els infants coneguin el nom tècnic de l'estratègia experimental que estan fent servir, ni els noms de les 3 variables que intervenen, ni quan s'aplica. És un procediment que es realitza mecànicament. En aquest sentit, els estudis actuals posen de manifest la importància de fer explícits tots els processos d'investigació que es porten a terme a l'aula, entre ells, el DECV. Si no es treballen de manera explícita, és a dir, si realment els infants no entenen què estan fent i no comprenen la lògica del procés, no seran capaços d'aplicar-ho de manera autònoma.

- Hipòtesis i prediccions: Com ja s'ha comentat a la fonamentació teòrica, la hipòtesi i la predicció són dos conceptes que es confonen molt sovint, ja que ambdós tenen lloc a l'inici d'un procés d'investigació i un deriva de l'altre. L'escola, a l'inici d'un procés d'investigació, potencia que els infants formulin hipòtesis sense distingir si realment s'estan formulant hipòtesis o prediccions. Per exemple, a l'activitat de 2n que tractava la flotabilitat, es va preguntar als infants «què passarà si posem aquestes llaminadures en pots plens d'aigua i les deixem un dia sencer? I si les deixem en oli?» i tot seguit, es va demanar que formulessin hipòtesis, els nens i les nenes van dir: «les toves suraran», «les dures s'enfonsaran», «les dures es tornaran toves», «perdran el seu color», etc. Realment, el que estan formulant són prediccions i no hipòtesis.

- Aula de ciències: L'escola compta amb una aula de ciències molt ben preparada, molt ben equipada, disponible i contínuament activa. Pels infants, l'aula de ciències no és simplement una aula, és el lloc on investiguen i treballen els diferents problemes que se'ls planteja. El professorat de L'Arenal té molta cura del bon funcionament de l'aula de ciències i la posa a disponibilitat de l'alumnat en tot moment.

- Exploració coneixements previs: L'escola dissenya les unitats didàctiques en funció del que els infants ja saben sobre el tema. Per fer-ho, porten a terme activitats molt variades que als ajuden a fer explícits aquests coneixements dels infants. Aquestes activitats són: realitzar maquetes, fer dibuixos, interpretar problemes i expressar oralment les seves idees sobre algun tema determinat.

- Avaluació: El centre porta a terme una avaluació reguladora encarada a detectar possibles errors i dificultats en l'aprenentatge de l'alumnat, així com en el propi procés d'ensenyament i aprenentatge que es segueix. D'aquesta manera, es proposen activitats amb l'objectiu d'elaborar un seguiment i fer explícit l'evolució de l'aprenentatge dels infants.

- Treball en gran grup: Moltes de les activitats plantejades, estan pensades per treballar en gran grup. D'aquesta manera, es proposen activitats en les que cada petit grup d'alumnes, format per 4/5 persones, té unes responsabilitats i unes tasques concretes, les quals serviran per elaborar un treball a nivell grupal, posant en comú els diferents resultats. En aquest sentit, es potencia notablement la comunicació oral a l'hora de treballar els continguts de ciències, ja sigui entre els nens i nenes del grup-classe o entre els diferents grups de l'escola, compartint les experiències realitzades i els resultats obtinguts.

LIMITACIONS DE L'ESTUDI

La recerca portada a terme tracta d'argumentar com L'Arenal de Llevant desenvolupa la seva pràctica educativa. En aquest sentit, fóra convenient destacar que l'observació de dues unitats didàctiques al curs de 3r i de 5 sessions aïllades, corresponents als cursos de P4, P5, 2n, 4t i 5è no poden determinar amb exactitud quina és la metodologia de l'escola. L'estudi ofereix una orientació de les estratègies que aplica el centre en el treball de les ciències.

4 Conclusions

Aprendre i ensenyar ciències no és fàcil. La perspectiva que actualment proposa la recerca educativa sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències requereix un canvi en la manera d'entendre l'educació. L'ensenyament de les ciències té com a finalitat principal el desenvolupament i l'adquisició de la competència científica. La pràctica educativa que actualment es porta a terme a moltes de les nostres escoles, en les que l'infant és un subjecte passiu, no garanteix assolir el propòsit educatiu que tractem d'aconseguir. És sorprenent com tothom considera evident que per aprendre els continguts de l'àrea d'Educació Física, els infants han de practicar-la i treballar-la amb el seu cos, de manera activa. Ningú no s'imagina un curs sencer d'Educació Física amb sessions en les que els infants s'asseuen a una cadira i el mestre o la mestra proporciona explicacions teòriques, perquè l'educació física implica moviment, treball físic. En canvi, no tantes persones s'estranyen quan s'imaginem un curs de l'àrea de Ciències amb sessions en les que els infants escolten una explicació rere una altra. De la mateixa manera que fer educació física implica activar el cos, fer ciència implica generar coneixement i, per tant, és necessari treballar tant a nivell cognitiu com manipulatiu, d'una manera similar a com ho fa la comunitat científica.

Els objectius pels quals s'ha realitzat el treball han estat bàsicament dos: d'una banda, aprofundir sobre la formació rebuda a la universitat i, de l'altra, contrastar la teoria amb la pràctica. En referència al primer objectiu, la realització del treball ha comportat la lectura d'una extensa bibliografia, un element que ha mancat a la formació universitària. Aquesta documentació a nivell bibliogràfic ha permès aprofundir sobre els diversos temes tractats a la universitat, als quals sovint costava trobar sentit perquè es desconeixia quin era l'origen d'aquesta informació. La lectura m'ha permès identificar la línia que segueix i persegueix la recerca educativa i l'enfocament que proporcionen els autors que investiguen en aquest sentit. De la mateixa manera, la lectura dels diversos llibres m'ha possibilitat interioritzar i entendre amb més profunditat molts dels conceptes treballats a la universitat. D'altra banda, en referència al fet de contrastar la teoria amb la pràctica, cal comentar que la formació rebuda a la universitat per desenvolupar la pràctica educativa, proporciona una visió molt diferent a la que es podia haver rebut com alumne. El records personals de les classes de ciències a l'educació primària disten molt d'aquest enfocament. Per aquest motiu, resulta difícil crear una representació mental prou clara de com i quina és l'aplicació d'aquesta teoria en el dia a dia d'una d'escola qualsevol. Per tractar de

contrastar-ho, s'ha analitzat L'Arenal de Llevant, una escola que treballa a partir d'aquesta perspectiva. L'Arenal és una escola peculiar, diferent, una escola que necessitava veure. M'ha permès entendre que aquesta metodologia funciona. És possible treballar d'aquesta manera, no és quelcom tan abstracte ni tan 'lluny de la realitat'. S'ha pogut copsar els bons resultats que s'obtenen en els infants. La pràctica educativa els permet desenvolupar un esperit encuriós i investigador, plantejant-se problemes i cercant eines per tractar de resoldre'ls.

L'anàlisi de les dades recollides mostra que l'escola té mancances importants en referència a l'aplicació d'aquesta perspectiva actual sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències. No obstant això, aplica i treballa de manera excel·lent gran part dels aspectes que es proposen. El centre disposa d'un Projecte d'Autonomia de Centre (PAC) dirigit al treball de la ciència i la tecnologia com a eixos principals de la seva pràctica educativa, i per la qualitat d'aquest PAC reben generoses subvencions econòmiques per part del departament, les quals fan possible tirar-ho endavant.

Una de les principals raons per les quals l'escola pot treballar seguint aquesta metodologia és la directora, qui a més de dirigir l'escola, és professora de la universitat i col·laboradora del CESIRE-CDEC. D'aquesta manera, és una persona amb la formació suficient com per impulsar aquest projecte. A més a més, s'encarrega d'organitzar i proporcionar formació interna a la resta de membres l'equip docent. D'altra banda, és una escola que rep assessorament en temes de recerca i innovació educativa, la qual cosa permet estar al corrent dels nous avenços i els nous estudis. Un altre aspecte que es potencia notablement a l'escola és el fet de rebre formació externa. Des de l'equip directiu es convida als mestres a participar en cursos de formació, així com en tallers i altres activitats, per compartir la metodologia de treball en tots els cursos i dissenyar, per tant, un projecte d'escola coherent i amb continuïtat.

Finalment, en referència a l'aprenentatge a nivell més personal, l'estada a l'escola ha incentivat les ganes de treballar seguint aquesta metodologia. Disposo d'una visió clara de com es porta a terme el treball a l'aula i dels avantatges que té pels nens i les nenes, ja que els incentiva a estar motivats i els permet implicar-se en el treball que realitzen, la qual cosa garanteix un aprenentatge més significatiu. D'aquesta manera, L'Arenal de Llevant, juntament amb el treball realitzat, esdevé una peça clau i necessària per a la pròpia formació. És notable la motivació i la il·lusió adquirida, així com el convenciment de seguir amb una formació continuada que permeti desenvolupar una pràctica docent a nivell científic de qualitat i actualitzada.

5 Referències bibliogràfiques

BANET, E. (2004): *Perspectivas para las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid. Secretaria General Técnica.

CAÑAL, P.; PORLÁN, R. (1988): *Conferencia en el curso de Formador de Formadores en Ciencias Experimentales*. Sevilla. Citat a BANET, E. (2004): *Perspectivas para las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid. Secretaria General Técnica, p. 169.

CATALÀ, M.; VILÀ, N. (1995): *Las funciones lingüísticas en el proceso de adquisición de los conocimientos científicos*. Aula de Innovación Educativa, núm. 43, pp. 13-18.

CLAXTON, G. (1991): *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid. Visor Distribuciones.

«Decret 142/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments d'educació primària de Catalunya». *Diari oficial de la Generalitat de Catalunya*, 29 de juny del 2007, núm. 4915.

DÍAZ, J.; JIMÉNEZ, M. P. (1999): *Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 20, pp. 9-16.

European Commission (2007). IBSE, Inquiry-Based Science Education.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. (2003): «Fer ciència a través del llenguatge», dins SANMARTÍ, N. (coord.): *Aprender ciencias tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona. Edicions 62, pp. 9-28.

GARCÍA, J. E. (1998): *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla. Diada Editoras.

HARLEN, W. (1998): *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid. Morata/MEC.

LÓPEZ, F. (dr.) (2002): *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas*. Barcelona. Graó/Laboratorio Educativo.

MÁRQUEZ, C.; ROCA, M.; VIA, A. (2003): «Plantejar bones preguntes: El punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit», dins SANMARTÍ, N. (coord.): *Aprender ciencias tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona. Edicions 62, pp. 29-58.

- MARTÍ, J. (2012): *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona. Graó.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2007): *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington DC. National Academic Press.
- OCDE (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*.
- PUJOL, R. M. (1994): *Los trabajos prácticos en la educación infantil y en la educación primaria*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 2, pp. 6-14.
- (2003): *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid. Síntesis.
- SANMARTÍ, N. (2001): *Un reto: mejorar la enseñanza de las ciencias*. Guix. Elements d'Acció Educativa, núm. 275, pp. 11-21.
- ZIMMERMAN, C. (2007): *The development of scientific thinking skills i elementary and middel school*. Developmental Review, núm. 27, pp.172-223.

Annexos

Contingut

Annex 1 – Vídeo sobre la metodologia de treball de l'escola

Annex 2 – Observacions

Annex 3 – Taules de classificació de la informació