

TEMA 2

L'aprenentatge de les ciències: les idees infantils

MODELS D'APRENTATGE

Aprenentatge per transmissió/recepció

Aquest model tradicional consisteix en la transmissió (oral o escrita) de coneixements ja elaborats d'una persona a una altra.

- Suposa que l'estudiant és una *tabula rasa* (o pàgina en blanc), que adquireix coneixements gràcies a les explicacions del professor.
- Considera que les ciències són un cos tancat de coneixements que no es modifiquen i que creixen per acumulació.
- Suposa que si els continguts s'exposen verbalment de forma clara i ordenada, els estudiants els han d'aprendre.

Aquest model presenta els problemes següents:

- La transmissió oral de coneixements elaborats, per molt clara i ordenada que siga, no n'assegura la comprensió.
- Els coneixements no s'adquireixen ja elaborats, sinó que cada persona els refà segons els seus coneixements i experiències anteriors.
- Les ciències no creixen per acumulació, sinó que les teories i els models poden ser modificats o abandonats per la necessitat de resoldre noves preguntes.
- Els coneixements que responen a problemes que els estudiants no s'han fet abans és poc probable que siguen significatius.

Aprenentatge per descobriment

Aquest model considera que la millor manera d'aprendre una cosa és a través del descobriment per un mateix.

- El punt de partida és descobrir a partir de l'observació, sense cap fonament teòric previ.
- Els continguts conceptuals perden importància i s'accentua la importància dels procediments (observació i experimentació) útils per a l'aplicació del mètode científic.

- Considera que el mètode científic, general i universal, és el tret que caracteritza les ciències.

Encara que aquest model va aparèixer com a resposta al fracàs del model tradicional de transmissió/recepció, també té problemes:

- Els estudiants no sempre *descobreixen* allò que es vol que descobrisquen i, sovint, l'evidència empírica reforça les concepcions prèvies.
- Els continguts tenen un valor secundari i s'espera que els estudiants els assolisquen sols.
- És complicat planificar i dirigir l'ensenyament si es volen tenir en compte tots els interessos dels estudiants.

Aprentatge constructivista

Aquest model afirma que el procés d'aprenentatge consisteix en la construcció activa de nous coneixements per part de qui aprèn a partir dels seus coneixements previs.

El constructivisme té en compte la teoria de l'aprenentatge de J. Piaget (dècada de 1930), que defensa que els éssers humans aprenen a través de fer i explorar activament, i la teoria de l'aprenentatge significatiu de D. Ausubel (dècada de 1960), que afirma que l'aprenentatge és significatiu quan pot relacionar-se amb allò que l'alumne ja sap.

- L'alumne és el responsable del seu propi procés d'aprenentatge.
- El mestre guia els estudiants perquè aconseguisquen construir coneixements nous i significatius.
- La ciència és un procés d'interpretació de la realitat mitjançant models. Aquests models que construïm per a explicar la realitat sempre són susceptibles de millora o canvi.
- Els continguts conceptuals tornen a adquirir importància perquè es consideren complementaris dels procediments científics.

El constructivisme ha donat lloc a una revisió crítica dels models d'aprenentatge per transmissió de coneixements elaborats i de descobriment autònom dels xiquets. A més, ha donat lloc a models alternatius d'aprenentatge:

- Aprentatge per canvi conceptual i metodològic.
- Aprentatge CTSA (ciència-tecnologia-societat-ambient).
- Aprentatge per indagació (*Inquiry Learning*).

COM APRENEN CIÈNCIA ELS XIQUETS?

Vosniadou (2001) recomana 12 principis que aspiren a proporcionar un marc general per a l'ensenyament de les ciències. Aquests principis resumeixen els principals resultats de la recerca en didàctica sobre l'aprenentatge dels xiquets.

1. **Participació activa.** L'aprenentatge requereix la participació activa i constructiva de l'alumne.
2. **Participació social.** L'aprenentatge és principalment una activitat social; i la participació dels alumnes en la vida social de l'escola és fonamental perquè hi haja aprenentatge.
3. **Activitats significatives.** Els alumnes aprenen millor quan participen en activitats que perceben com a útils en la vida real i són culturalment rellevants.
4. **Relacionar la nova informació amb els coneixements previs.** El nou coneixement es construeix sobre la base del que ja es coneix i es creu.
5. **Ser estratègic.** Els alumnes aprenen emprant estratègies eficaces i flexibles que els ajuden a entendre, raonar, memoritzar i resoldre problemes.
6. **Autoregular-se i ser reflexiu.** Els alumnes han de saber planificar i supervisar el seu aprenentatge, i també establir els seus propis objectius d'aprenentatge i corregir els errors.
7. **Reestructuració dels coneixements previs.** A vegades, els coneixements previs poden dificultar l'aprenentatge d'una cosa nova, per la qual cosa els alumnes han d'aprendre a resoldre incoherències internes i reestructurar les concepcions existents quan calga.
8. **Preferir la comprensió a la memorització.** L'aprenentatge millora quan els continguts s'organitzen al voltant de principis i explicacions generals, en lloc de basar-se en la memorització de fets i procediments aïllats.
9. **Ajudar els estudiants a aprendre a transferir coneixements.** L'aprenentatge esdevé més significatiu quan els continguts s'apliquen a situacions de la vida real.
10. **Dedicar temps a practicar.** L'aprenentatge és una activitat cognitiva complexa que requereix un temps considerable i períodes de pràctica per a adquirir experiència en una certa àrea.
11. **Diferències de desenvolupament i individuals.** Els xiquets aprenen millor quan es tenen en compte les diferències individuals de cadascun.
12. **Crear estudiants motivats.** La motivació dels alumnes influeix molt en l'aprenentatge. Els mestres han de motivar els alumnes tant a través del comportament com a través de les explicacions

LES IDEES INFANTILS

Els xiquets arriben a l'aula amb idees sobre el món que els envolta construïdes a partir de la seua pròpia experiència. Des del punt de vista científic i escolar, aquestes idees poden ser errònies. No obstant això, des de l'experiència de l'alumne, corresponen a vertaderes representacions de la realitat. Per això, s'han de considerar concepcions alternatives que tenen un significat i una utilitat per als alumnes a l'hora d'interpretar el món.

Les idees infantils no són un error que cal eliminar, sinó un coneixement alternatiu que cal enriquir amb el coneixement escolar.

Característiques generals

- **Estables en el temps i resistents al canvi.** Les idees dels alumnes es formen a molt curta edat, generalment abans que comencen a anar a escola, i es mantenen al llarg dels anys. Aquestes explicacions basades en els seus sentits persisteixen més en el temps que les basades en la lògica d'una interpretació diferent. Fins i tot es resisteixen a canviar malgrat l'ensenyament rebut.
- **Coherents internament.** La majoria de les idees dels alumnes es poden considerar *errònies* des del punt de vista científic. Això és pel fet que els infants tenen una experiència limitada i, per això, les proves de què disposen són parcials. No obstant això, són idees que tenen sentit per a ells, expliquen el seu món i recorren a esquemes causals molt simples per a explicar-lo. De fet, sovint guarden un cert paral·lelisme amb les teories precientífiques i reproduïxen algunes idees que han defensat els científics d'èpoques passades.
- **Espontànies i universals.** Les idees dels alumnes es construeixen de manera individual més o menys espontàniament en la interacció amb el món que els envolta. No obstant això, s'han identificat idees comunes sobre la interpretació del món en alumnes de sistemes educatius i països diferents.
- **Diverses.** Tot i que hi haja patrons comuns en les idees dels alumnes, no significa que tots els alumnes de la mateixa classe tinguen les mateixes idees.
- **Implícites.** Els alumnes usen les seues idees d'una manera inconscient per a analitzar la realitat, la qual cosa dificulta donar-les a conèixer verbalment i identificar-les.

Conseqüències per a l'ensenyament

Com que els xiquets arriben pel seu compte a idees sobre el món que els envolta i com que tenen sentit per a ells, dins de la seua curta experiència i les limitades formes de raonament, no podem prescindir de les idees infantils en l'àmbit de l'ensenyament.

Per tant, aquestes idees han de prendre's com a punt de partida si es vol aconseguir un aprenentatge significatiu. Per a fer-ho, el mestre ha de descobrir primer quines són les idees prèvies dels alumnes sobre el tema (per exemple, demanant als alumnes que dibuixen allò que troben que és la causa que succeïska una certa cosa, que escriguen sobre això o, més sovint, que parlen del tema en grups menuts o en una sessió de diàleg de tota la classe).

Una vegada manifestades les idees, el pas següent consisteix a descobrir una manera adequada per a respondre-hi. A l'hora de planejar com podem ajudar els alumnes a desenvolupar les seues idees, cal tenir present que:

- El més probable és que l'experiència directa, a través dels sentits, els haja portat a la interpretació que fan, per la qual cosa aquest és també el millor mitjà perquè es convencen de la necessitat de modificar o revisar les seues idees.
- Les idees dels xiquets més menuts poden semblar més *correctes* que les dels més fadrins. Això no vol dir que vagen cap arrere, sinó que és conseqüència de la confusió suscitada per l'augment de complexitat de l'experiència quan creixen.
- Els xiquets pot ser que tinguen una idea *bojament correcta* sobre un fenomen en un context, però no s'adonen que la mateixa explicació no serveix en un context diferent.

Com es posen de manifest les idees infantils

Les principals tècniques per a detectar les idees infantils són les següents:

1. **Entrevistes.** En aquesta tècnica es fan preguntes, generalment de tipus obert, o es demana explicar dibuixos. Així s'obté bastant informació de forma clara. No obstant això, requereixen molt de temps per a obtenir resultats d'un petit grup d'alumnes.
2. **Qüestionaris.** Solen usar-se després de consultar en la bibliografia les principals idees infantils sobre una qüestió determinada en alumnes d'un mateix nivell educatiu. Encara que requereixen més poc temps que les entrevistes, la informació obtinguda pot portar a equívoc perquè no és aclarida per l'alumne.
3. **Altres instruments:** debats, jocs de rol, mapes conceptuals, etc.

Les principals idees infantils sobre el tema “La Terra, el Sol i la Lluna”

Els xiquets manifesten cinc nocions diferents sobre la Terra:

1. La Terra és plana, s'estén infinitament cap als costats i cap avall. El firmament és horitzontal, situat paral·lelament a la Terra. Les direccions de caiguda dels objectes en diferents ubicacions terrestres formen línies paral·leles. Aquestes línies són verticals i perpendiculars a la superfície plana de la Terra (direcció absoluta dalt-baix). Aquesta noció és la més *egocèntrica* i *primitiva*.
2. La Terra és una bola enorme composta per dos hemisferis: l'*inferior*, que és sòlid i format per terra i roques, i el *superior*, que no és sòlid i està fet d'*aire, cel o aire i cel*. Les persones viuen *dins* de la Terra, en la part plana de l'hemisferi *inferior*.
3. La Terra, esfèrica i sòlida, està completament envoltada per un espai il·limitat. Existeix una direcció absoluta dalt-baix en l'espai, independent de la Terra.
4. La Terra és un planeta esfèric i l'espai envolta la Terra. La Terra és el punt de referència per a les direccions dalt-baix (dalt indica des de la Terra cap a fora; i baix, des de fora cap a la Terra). Els xiquets es refereixen a la Terra com un tot i no relacionen les direccions dalt i baix amb el centre de la Terra.
5. La Terra és un planeta esfèric (finit), envoltat per l'espai (infinit) i cap al centre del qual cauen els objectes (concepte de gravetat). El centre de la Terra és el punt de referència per a les direccions dalt-baix. Les direccions de caiguda dels objectes en diferents ubicacions terrestres formen línies radials. Aquesta noció és la més *descentrada* i *científica*.

Les explicacions dels xiquets sobre el dia i la nit es poden agrupar de la manera següent:

1. Explicacions artificials (p. ex., és Déu qui ho fa possible). Aquestes explicacions mostren un pensament precausal en què els objectes tenen intencions i les accions són causades per agents externs.
2. Explicacions intuïtives i naturals (p. ex., el Sol se'n va, els núvols cobreixen el Sol, la Lluna se'n va darrere del Sol). Aquestes explicacions es basen en moviments naturals.
3. La Terra està quieta i el Sol gira al voltant de la Terra una vegada al dia. Aquesta explicació es basa en moviments naturals i mostra un argument geocèntric.
4. La Terra gira al voltant del Sol una vegada al dia. Aquesta explicació és una adaptació a l'explicació científica.
5. La Terra gira sobre el seu eix una vegada al dia. Aquesta explicació mostra el pensament científic.

Les explicacions més habituals dels xiquets sobre les fases de la Lluna són:

- Les fases de la Lluna ocorren perquè els núvols cobreixen part de la Lluna.
- Les fases de la Lluna ocorren per l'ombra produïda per la Terra, pel Sol o per altres planetes.
- La Lluna no gira i per això ens mostra sempre la mateixa cara.

Les explicacions més habituals dels xiquets sobre les estacions de l'any són:

- El Sol, que és font de calor, gira al voltant de la Terra (idea geocèntrica) i la seua influència provoca les estacions: és estiu en la zona il·luminada pel Sol, mentre que és hivern en la zona no il·luminada pel Sol.
- Les estacions ocorren per la translació de la Terra al voltant del Sol.
- L'estiu i l'hivern ocorren perquè la Terra al llarg de l'òrbita al voltant del Sol està més a prop i més lluny, respectivament, del Sol.
- Les estacions ocorren perquè els rajos solars arriben més o menys inclinats a la Terra. No obstant això, els xiquets no relacionen aquesta variació de l'angle d'incidència de la radiació solar amb la inclinació de l'eix de rotació de la Terra.

Les explicacions més habituals dels xiquets sobre els eclipsis són:

- Explicacions en què intervenen dos cossos (el Sol i la Lluna o la Lluna i la Terra): la Lluna tapa el Sol, o viceversa; el Sol o la Lluna són tapats per núvols; la Lluna tapa la Terra; el Sol i la Lluna s'ajunten.
- Explicacions en què intervenen tres cossos (el Sol, la Lluna i la Terra): la Lluna se situa entre el Sol i la Terra; el Sol la Terra i la Lluna estan alineats.

Les principals idees infantils sobre el tema "Moviment i forces"

Els xiquets creuen que les forces estan relacionades amb els éssers vius, de manera que els objectes inanimats no exerceixen forces.

En general, pensen que un moviment constant requereix una força constant. Hi ha la idea generalitzada de l'*impuls*, que és la força que manté el moviment fins que es consumeix.

Associen la força amb el moviment, és a dir, amb la velocitat (i no amb el canvi de moviment, és a dir, amb l'acceleració).

- Si un cos no es mou, és que no hi actua cap força.
- Si un cos es mou, hi ha una força que actua sobre aquest cos en la direcció del moviment.

Els xiquets pensen que la quantitat de moviment és proporcional a la quantitat de força, és a dir, com més fortament s'espenta una cosa, més ràpid (i més lluny) va.

Encara que al principi els xiquets pensen que els objectes cauen cap avall perquè no hi ha res que els subjecte o perquè són pesants, solen associar la gravetat amb el moviment de caiguda cap avall.

També afirmen que la gravetat és una força que necessita un medi a través del qual es propaga, i l'aire és el medi més esmentat.

- On no hi ha aire, com l'espai, no hi ha gravetat.
- En l'aigua hi ha menys gravetat o no n'hi ha.

Consideren que la gravetat no actua sobre totes les coses de la mateixa manera i que, fins i tot, no actua sobre les mateixes coses de la mateixa manera en tot moment (objectes pesants vs. lleugers, objectes inerts vs. objectes vius, objectes en repòs vs. objectes en moviment).

Els xiquets associen el fregament amb el moviment, de manera que si no hi ha moviment, no hi ha fregament.

Quan es considera el fregament com una força entre dos objectes, tendeix a associar-se amb objectes sòlids (fins i tot amb líquids).

Es rebutja la idea que pugui produir-se fregament en l'aire. Fins i tot sense fregament de l'aire, els objectes s'aturen perquè l'impuls donat al principi s'acaba. No es considera que el fregament siga una força que s'opose al moviment.

Per als xiquets, *surar* significa restar per damunt de la superfície de l'aigua.

Els xiquets pensen que els objectes pesants s'enfonsen i que els lleugers suren.

La quantitat de líquid (o la profunditat) també influeix en la flotabilitat:

- Pel que fa a objectes amb una part fora de l'aigua i l'altra dins, els xiquets creuen que l'objecte sura o no segons la porció de l'objecte que sobreix de l'aigua i la que queda davall: si apareix per damunt de la superfície una proporció considerable de l'objecte, sura; per contra, si només en sobreix una petita part, en part sura i en part s'enfonsa (la part de dalt sura i la de baix no).
- Quan els objectes estan totalment submergits, no suren.

Les principals idees infantils sobre el tema “Matèria”

Els xiquets poden diferenciar la matèria d'altres entitats no materials des de molt curta edat.

Reconeixen fàcilment com a matèria els líquids i els sòlids, encara que els resulta difícil classificar les substàncies en pols (p. ex., sal, farina, etc.) com a sòlids. No obstant això, encara que saben que els gasos existeixen (p. ex., l'aire, tot i que no es pot veure ni tocar), no els associen amb el concepte de *matèria*. Per a ells, els gasos no tenen massa.

Els xiquets consideren que la matèria és contínua i estàtica. No admeten que pugui haver-hi espais buits entre les partícules constituents de la matèria (àtoms). A més a més, solen assignar les propietats macroscòpiques de la matèria als àtoms, és a dir, un material s'expandeix o es contrau perquè les seues partícules s'han fet grans o menudes, respectivament.

Consideren que algunes propietats, com el sabor, l'olor i el color, són independents de la matèria, és a dir, poden *separar-se* del suport material.

Els xiquets solen descriure la dissolució de sòlids en líquids com la *desaparició* del sòlid (p. ex., en una dissolució d'aigua i sal, la sal *desapareix*).

No sempre són conscients que les substàncies poden canviar d'estat: “l'aigua es converteix en aire quan s'evapora” o “les bombolles que fa l'aigua quan bull són d'aire, d'oxigen o d'hidrogen”.

En els canvis d'estat, els xiquets pensen que canvia la naturalesa de la substància, ja que canvien les propietats macroscòpiques de les partícules (p. ex., “es fonen”, “es fan més grans”, etc.).

Tenen moltes dificultats per a entendre la conservació de les partícules que reaccionen en els canvis químics (p. ex., la massa de les substàncies que reaccionen ha de ser igual que la massa de les substàncies noves formades). No entenen tampoc la transformació d'unes substàncies en d'altres (per una reagrupació diferent dels àtoms).

Els xiquets, especialment els més menuts, confonen la *massa*, el *volum*, el *pes*, la *grandària* i la *densitat*.

Consideren que massa i volum són propietats equivalents perquè totes dues descriuen la quantitat de matèria d'un objecte. A més, no les perceben com a propietats de la matèria perquè poden desaparèixer.

Les principals idees infantils sobre el tema “Calor i temperatura”

A partir dels 2 anys, els xiquets desenvolupen la noció de *cos calent*, que és el que produeix sensacions de calor en ells mateixos. No obstant això, fins als 5 o 6 anys, els xiquets no arriben a distingir entre una font de calor i l'objecte afectat per aquesta. Als 8 o 9 anys, molts xiquets ja són conscients del procés d'escalfament i tendeixen a parlar de la *calor* en relació amb la representació de l'*estat de calor* d'un cos dins d'un continu que va del fred a la calor. Molts xiquets inventen també la noció de *fred* com a contrapartida de la *calor*.

Habitualment, els xiquets tendeixen a associar la *calor* amb els éssers vius, amb les fonts de calor, amb el grau de calor d'un objecte i amb els efectes de la calor sobre els objectes (canvis de fase, expansió, dilatació, etc.).

La majoria dels xiquets són conscients que un objecte calent és capaç d'*escalfar-ne* un altre de més fred quan es posen en contacte directe. Per a explicar els fenòmens relatius a la transferència de calor, usen la noció de *calor com a substància* per a justificar el *moviment de calor* d'un objecte a l'altre.

- La calor es transmet per la seua pròpia força interna (*la calor puja*).
- La calor es transmet gràcies a la intervenció d'un medi (normalment l'aire).
- Els metalls s'escalfen molt més ràpid que els objectes de fusta o de plàstic a causa de les propietats inherents dels metalls, que atrauen i mantenen l'escalfor.

Els xiquets menuts reconeixen la paraula *temperatura* i tendeixen a fer observacions sobre la relativa *calidesa* dels objectes des d'un punt de vista qualitatiu més que quantitatiu.

A partir dels 8 o 9 anys, els xiquets coneixen el terme *temperatura* i són capaços d'usar el termòmetre per a comprovar la temperatura dels objectes, però en la pràctica tenen un concepte bastant limitat del terme:

- Tendeixen a fer judicis sobre la temperatura d'un objecte basant-se més en la naturalesa del material que en la temperatura de l'entorn que l'envolta.
- Pensen que els objectes de materials diferents de la mateixa habitació tenen diferent temperatura (p. ex., els objectes de metall són més freds que els de fusta).

En general, els xiquets de totes les edats experimenten dificultats per a distingir la *calor* de la *temperatura*.

Molts xiquets creuen que la temperatura d'un objecte està relacionada amb la grandària, perquè creuen que la temperatura és la mesura de la quantitat de calor que posseeix un objecte. Per tant, els objectes més grans han de contenir més calor i han de tenir una temperatura més calenta.

La majoria dels xiquets (entre 10 i 13 anys) no sap que la temperatura es manté constant durant el canvi d'estat de l'aigua o del gel.

Els xiquets tenen dificultats per a reconèixer la igualtat de les temperatures quan ocorre l'equilibri tèrmic.

Les principals idees infantils sobre el tema “Electricitat”

Els xiquets creuen que l'electricitat (o el corrent elèctric) és una substància que circula pels cables d'un circuit elèctric des d'una font (la pila) fins a un element consumidor (una bombeta o un motor). La pila es considera normalment com l'agent actiu, o *donador*, del procés, mentre que l'altre element és el *receptor*.

Per a explicar com passa el corrent elèctric de la font a l'element consumidor, els xiquets usen cinc models explicatius diferents:

1. Model unipolar: sols es considera actiu un terminal de la pila. No hi ha corrent en el cable de tornada, per la qual cosa seria suficient un cable.
2. Model de xoc de corrents: el corrent flueix fins a la bombeta des dels dos terminals de la pila i s'encén perquè els dos corrents *xoquen*.
3. Model d'atenuació: el corrent flueix pel circuit en una sola direcció. Ix de la pila per un extrem i una part del corrent és *consumida* en la bombeta, de manera que n'arriba menys a la pila. Quan el corrent passa a través de diversos components iguals en sèrie, cadascun en rep menys.
4. Model de participació: quan un circuit en sèrie està compost per diversos elements iguals, el corrent és compartit per tots de manera idèntica, de manera que bombetes iguals col·locades en sèrie mostren la mateixa lluminositat. No obstant això, es considera que el corrent no es conserva.
5. Model científic: el corrent va en un sentit dins del circuit i es conserva.

Les principals idees infantils sobre el tema “Magnetisme”

Sovint, els xiquets pensen que els imants s'adhereixen als objectes perquè tenen propietats màgiques o alguna classe de cola. Els xiquets també creuen que els imants més grans són més *forts* que els imants més xicotets.

També pensen que tots els imants són de ferro i que tots els metalls són atrets pels imants.

Els xiquets tendeixen a creure que en els pols d'un imant s'acumulen càrregues positives (pol nord) i negatives (pol sud), i que els pols d'un imant sempre són als extrems.

Respecte al camp magnètic terrestre, creuen que els pols geogràfics i magnètics de la Terra són al mateix lloc i són idèntics o la mateixa cosa.

Les principals idees infantils sobre el tema “Llum”

Generalment, els xiquets (fins a 10-11 anys) assimilen la llum a la font (“a les bombetes”) o als efectes (“ací hi ha més claror que a l’ombra”).

Aquesta concepció no proporciona als xiquets els mitjans necessaris per a interpretar els fenòmens:

- Sols s’adonen de la semblança de la forma de l’objecte i la de la seua ombra.
- Sols s’adonen de la presència de la imatge d’una font determinada en l’espill.

Quan són més fadrins (a partir de 13-14 anys), comencen a parlar de la llum com d’una entitat situada en l’espai entre la font i els efectes que produeix. Els xiquets poden interpretar les ombres en termes d’un obstacle que impedeix el pas de la llum i preguntar-se per la reflexió de la llum en els objectes. No obstant això,

- No accepten el moviment de la llum.
- La llum no existeix si no és prou intensa per a produir efectes perceptibles.
- La llum no es conserva necessàriament: la llum pot desaparèixer sense necessitat de cap interacció amb la matèria o pot incrementar d’intensitat quan travessa una lupa.

La majoria dels xiquets estableixen una estreta associació entre la llum i la visió. Tots reconeixen que la llum és necessària per a la visió, però només serveix per a il·luminar l’objecte, ja que l’ull *hi veu* sense que hi haja res que l’unisca a l’objecte.

No solen relacionar el començament de la foscor de la nit amb la falta de llum solar, i expliquen la foscor descrivint-la com nit, la qual arriba perquè les persones estan cansades i necessiten dormir.

No solen associar tampoc el color amb la llum. Per a ells, el color és una propietat intrínseca dels objectes, independent de la llum.

Les principals idees infantils sobre el tema “So”

Els xiquets pensen que el so és una cosa material independent del medi de propagació.

Solen creure que el so emès per una font sonora es percep en el mateix instant en què es produeix, independentment de la distància que separa la font del receptor.

Els més menuts (4-7 anys) no relacionen la producció del so amb la vibració d'un objecte o substància. Els xiquets un poc més fadrins (7-11 anys) sí que relacionen les vibracions amb el so quan són directament observables, però no en cas contrari. La relació entre so i vibració s'expressa generalment en termes de causa i efecte: el so ha sigut causat per la vibració o la vibració ha sigut causada pel so.

Els xiquets creuen que el so pot viatjar a través de l'aire. No obstant això, no creuen que pugua propagar-se a través de líquids o sòlids.

Confonen volum (intensitat) i to (freqüència) d'un so.

Afirmen que els sons es poden sentir a causa del volum, la proximitat a la font del so o a causa de les característiques de l'oïdor. Sovint associen la recepció del so amb l'oïrella.

Les principals idees infantils sobre el tema “Màquines”

A partir de 7-8 anys, els xiquets comencen a entendre que una màquina és un dispositiu tecnològic construït per a facilitar la realització d'una determinada tasca.

Sovint consideren que una màquina ha de tenir *botons* i un *endoll* per a posar-la en funcionament.

Solen centrar-se en les màquines complexes. Identifiquen els electrodomèstics com a màquines (llavadora, TV, frigorífic, etc.), però no les màquines simples (palanques, caragols, etc.) perquè “no tenen un botó per a funcionar” o “no tenen cables per dins”.

Respecte a com funcionen les màquines, esmenten els components i les accions necessaris perquè la màquina funcione (“s’ha d’activar el botó”, “ha de tenir un motor”, etc.) o els *productes* amb els quals treballa (gasolina, detergent, etc.). En l'últim cicle de l'educació primària comencen a esmentar implícitament l'energia: “cal endollar-la a l'electricitat”.

Els xiquets de curta edat pensen que el desenvolupament tecnològic és sempre positiu, proporciona felicitat, progrés i qualitat de vida. No pensen en els problemes col·laterals, la finalitat o el context del desenvolupament tecnològic.

LA FUNCIÓ DEL MESTRE PER A AJUDAR ELS XIQUETS A DESENVOLUPAR LES SEUES IDEES

1. **Ajudar els xiquets a comprovar les seues idees.** El mestre ha de deixar molt clara la norma que diu que cal posar a prova totes les idees: les dels xiquets, les que propose el mestre, les que són als llibres, etc. Com que no totes les comprovacions de les idees dels xiquets són del tipus indicat en els llibres d'activitats científiques, el mestre ha d'estar preparat per a ser tan imaginatiu com els xiquets i inventar formes de comprovar qualsevol idea imprevista.
2. **Ampliar l'experiència infantil.** El mestre ha d'ampliar a poc a poc l'experiència dels alumnes de forma rutinària. Això es pot fer mitjançant exposicions de classe, que es fan a mesura que es progressa en un tema; mitjançant fotografies i cartells enganxats a la paret i llibres per a consulta o mitjançant visites o l'ús de l'escola com a recurs per a l'observació i l'activitat. Amb aquest bagatge d'experiència variada amb regularitat, es pot aportar informació i fer activitats concretes en resposta a les idees que tinguen els xiquets.
3. **Usar termes científics.** El mestre ha de jutjar el moment adequat per a emprar un terme que describa els fets o objectes que els xiquets ja coneguen i que hagen de denominar d'alguna manera. No obstant això, els xiquets també arrepleguen termes científics d'altres fonts, per la qual cosa cal descobrir quins significats els donen (p. ex., posant exemples del significat de la paraula), sense pressuposar que és el comunament acceptat. Si l'exemple s'aparta del significat de la paraula, pot tractar-se el terme correcte i fer que els xiquets hi reflexionen i que posen exemples de les paraules que hagen confós.
4. **Proporcionar idees més científiques.** El mestre ha d'evitar destruir la confiança dels xiquets en la seua pròpia forma de pensar i raonar descartant les seues idees presentant les *correctes* de forma prematura. Per a fer-ho, el mestre ha de proposar les idees més científiques com a idees alternatives que mereix la pena considerar i posar a prova en relació amb l'evidència disponible, de manera que tots puguin jutjar fins a quin punt *funcionen* en la pràctica. A mesura que els xiquets progressen en la manera de pensar i d'experimentar, podem animar-los perquè consideren alternatives procedents de raonaments i informació de fonts secundàries.
5. **Ajudar els xiquets a revisar experiències anteriors amb les noves idees.** Quan es modifiquen les idees emprades pels xiquets per a explicar les coses per la influència de la recerca i la reflexió sobre les experiències noves, convé que revisen les seues idees sobre experiències anteriors. En cas contrari, podria quedar un residu d'idees infantils que continuaran aprofitant per a explicar les experiències anteriors. Cal ser molt explícit

respecte a “com ha canviat la idea que tenies sobre...”, perquè això justifica el canvi de la manera d’entendre les coses, essencial per a l’evolució permanent de les idees.

ESTRATÈGIES PER A AJUDAR ELS XIQUETS A DESENVOLUPAR LES SEUES IDEES

Taula 1. Estratègies per a ajudar els xiquets a desenvolupar les seues idees (Harlen i Qualter, 2009).

Característiques de les idees infantils	Estratègies per a ajudar els xiquets a desenvolupar les seues idees
Les idees es basen en la seua experiència limitada.	Proporcionar experiències que mostren que les coses poden comportar-se de manera contrària a la idea del xiquet. Per exemple, que les coses pesants poden surar, que les llavors poden germinar sense terra, etc.
Els xiquets poden aferrar-se a les seues idees malgrat la prova contrària si la idea alternativa no té sentit per a ells.	Proposar idees alternatives. Demanar als xiquets que consideren l’evidència en relació amb altres idees diferents de les seues, a partir de fonts d’informació o altres xiquets. Fomentar l’aplicació de noves idees.
Els xiquets basen les seues idees en com les coses semblen canviar en lloc de basar-les en tot el procés.	Promoure l’atenció sobre el que succeeix durant tot el canvi i no sols al principi i al final. Per exemple, per a observar detalladament si alguna cosa s’hi ha afegit o eliminat durant el canvi.
Els més menuts se centren en una característica com a explicació.	Promoure l’observació d’altres factors que també podrien explicar per què succeeix una cosa. Per exemple, que les plantes necessiten llum (i a vegades calor) i aigua.
El seu raonament pot no ser científic.	Ajudar a desenvolupar les destreses procedimentals per a trobar i usar les proves rellevants.
Les seues idees estan lligades a exemples concrets i no estan connectades a altres contextos on també podrien aplicar-se.	Consultar altres contextos en els quals la mateixa idea és aplicable. Per exemple, vibra alguna cosa en un instrument de vent per a produir el so igual que la vibració de la pell d’un tambor?
Usen paraules sense entendre’n el significat.	Esbrinar a què es refereixen amb una paraula demanant-ne exemples; donar exemples i contraexemples del que signifiquen les paraules i introduir paraules científiques juntament amb les expressions dels xiquets.
Les seues representacions reflecteixen una idea generalitzada d’un objecte en lloc dels detalls observats.	Ajudar-los a identificar les diferències entre, per exemple, arbres i flors, vaixells i altres tipus de vehicles.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- P. Cañal, A. García-Carmona i M. Cruz-Guzmán (2016). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria*. Ed. Paraninfo, Madrid (Espanya).
- R. Driver, A. Guesne i A. Tiberghien (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. E. Morata, Madrid (Espanya).
- D. Gil (1983). “Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 26-33. Descarregat d’ací: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50606/92617>
- W. Harlen (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ed. Morata, Madrid (Espanya).
- W. Harlen i A. Qualter (2009). *The Teaching of Science in Primary Schools*. 5th Edition. Routledge, Londres (Regne Unit).
- R. Martín del Pozo et al. (2013). *Las ideas “científicas” de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense de Madrid. Descarregat d’ací: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/153-2013-12-16-libro%20completo%5Bsmallpdf.com%5D.pdf>
- J. Osborne et al. (1990). *Primary SPACE Project Research Report: Light*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d’ací: <http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/light>
- J. Osborne et al. (1991). *Primary SPACE Project Research Report: Electricity*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d’ací: <http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/electricity>
- J. Osborne et al. (1994). *Primary SPACE Project Research Report: The Earth in Space*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d’ací: <http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/earth-space>
- T. Russell et al. (1998). *Primary SPACE Project Research Report: Materials*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d’ací: <http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/materials>
- T. Russell et al. (1998). *Primary SPACE Project Research Report: Forces*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d’ací: <http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/forces>
- V. Sanjosé (2016). *Apunts de didàctica de les ciències: matèria, energia i màquines*. Universitat de València.
- S. Vosniadou (2001). *How children learn*. International Academy of Education, Brussel·les (Bèlgica). Descarregat d’ací: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001254/125456e.pdf>

- D. Watt i T. Russell (1990). *Primary SPACE Project Research Report: Sound*. Liverpool University Press, Liverpool (Regne Unit). Descarregat d'ací: <<http://www.nuffieldfoundation.org/primary-science-and-space/sound>>