

Desenvolupament cognitiu, cultura i escola

Pilar Lacasa

Índex

Objectius	5
1. Coneixement científic i quotidià	7
1.1. El desenvolupament de conceptes científics i quotidians	7
1.1.1. Les aportacions de Vygotsky	8
1.1.2. Alguns treballs actuals	9
1.2. Cultura, coneixement i sistemes d'activitat	14
1.2.1. Els sistemes d'activitat humana	14
2. La llengua escrita	20
2.1. Què és l'alfabetització?	20
2.1.1. Alfabetització i control del discurs	23
2.2. La llengua oral i escrita: què ens diu Vygotsky?	24
2.2.1. Els precursors de l'escriptura	27
2.2.2. Aprendre a escriure	29
3. Aprendre a utilitzar llenguatges formals	31
3.1. La naturalesa del coneixement matemàtic	31
3.1.1. Què entenem per coneixement matemàtic?	31
3.2. La construcció del nombre des de la teoria de Piaget	34
3.2.1. Arribar a dominar estructures logicomatemàtiques	34
3.2.2. El primer nivell del pensament preoperatori	34
3.2.3. El segon nivell preoperatori	36
3.2.4. La noció piagetiana de nombre	37
3.2.5. Algunes crítiques als treballs de Piaget	38
3.3. Pensament matemàtic i desenvolupament cognitiu	39
3.3.1. El nen com a matemàtic: Gelman i Gallistel	39
3.3.2. La construcció del nombre a partir de teories generalistes	40
3.3.3. L'alternativa des d'un model de dominis	41
3.3.4. Ensenyar matemàtiques: les aportacions de la ciència cognitiva	43
4. Aprendre a pensar científicament	47
4.1. Aprendre a pensar científicament	47
4.1.1. Novells intel·ligents: les teories generalistes	48
4.1.2. Habilitats específiques i aprenentatge de la física	49
4.2. El model de Stella Vosniadou	50
4.2.1. Buscant les teories ingènues	50
4.3. Explicacions contextuais del canvi conceptual	54
4.3.1. El model de l'expert	55

4.3.2. Una explicació contextual de la forma de la Terra	56
4.3.3. L'entrevista: una situació mediada	57
4.3.4. Un enfocament etnogràfic	59
Resum	64
Bibliografia	65

Objectius

1. Reflexionar sobre la qüestió següent: exigeix la creació científica trencar amb el coneixement quotidià o, per contra, neix a partir d'aquest?
2. Comprendre les relacions entre el discurs oral i escrit.
3. Analitzar les relacions de la matemàtica amb la utilització de llenguatges formals. // Pensament matemàtic i desenvolupament cognitiu.
4. Comprendre els processos que estan presents en la construcció del coneixement científic.

1. Coneixement científic i quotidià

1.1. El desenvolupament de conceptes científics i quotidians

Parlar de desenvolupament del pensament simbòlic i no fer-ho de l'ús dels conceptes¹ científic i quotidià seria un error incomprensible. L'escola, el lloc en què els nens s'han d'apropar a la ciència, no pot prescindir de la vida quotidiana.

(1) **concepte** *m* Conjunt de categories amb què es classifiquen, s'organitzen i es relacionen els fenòmens.



La lengua de las mariposas, de José Luis Cuerda (1999).

La lengua de las mariposas

Sinopsi

Començament del 1936. En un petit poble gallec, Moncho, un nen de vuit anys, s'incorpora a l'escola. Té por. Ha sentit dir que els mestres peguen. Don Gregorio en persona, el mestre que no pega, l'haurà d'anar a buscar a casa seva. Don Gregorio inculca als seus alumnes coneixements tan medul·lars com poc acadèmics: l'origen americà de les patates o que les llengües de les papallones tenen forma d'espiral. Amb l'arribada de la primavera, Don Gregorio fa les classes al camp. El 18 de juliol tot es trenca i els valors i principis inculcats quedaran relegats.

Referències

- Està dirigida per José Luis Cuerda, autor d'*Amanece que no es poco* o *El bosque animado* i productor de les dues primeres pel·lícules d'Alejandro Amenábar.
- Es basa en un llibre de contes escrit per Manuel Rivas titulat *¿Qué me quieres amor?*
- Destaca la presència com a coguionista de Rafael Azcona.
- El protagonista infantil, Manuel Lozano, va ser seleccionat entre més de dos mil nens.
- La pel·lícula es va presentar al Festival de Cine de Sant Sebastià 1999.
- La música és d'Alejandro Amenábar, tot i que el compositor inicial previst va ser Ángel Illarramendi.

Qui vegi la pel·lícula es pot preguntar el següent:

Fins a quin punt la creació científica i la construcció del coneixement escolar exigeixen trencar amb el coneixement quotidià?

Si volem fer una mica d'història quan es tracta d'establir relacions entre aquestes dues formes de coneixement, ens podem fixar en les aportacions de Vygotsky. Per a aquest autor, el desenvolupament de conceptes científics ha d'orientar el desenvolupament del coneixement quotidià.

1.1.1. Les aportacions de Vygotsky

Els conceptes científics, d'acord amb Vygotsky (1934/1987), s'adquireixen a l'escola com un sistema coherent. Aquests conceptes es defineixen amb propietat per la seva naturalesa sistèmica² i jeràrquica, de manera que la seva organització lògica es fa explícita des del principi. Com a resultat, el nen o la nena pot parlar sobre aquests conceptes, n'és conscient i els pot usar explícitament.

⁽²⁾ **enfocament sistèmic** *m* Forma de coneixement que en les ciències humanes valora més la totalitat enfront de les parts quan es tracta de trobar el significat dels fenòmens.

WEB

Recurs interactiu només accessible al web.

El concepte científic es recolzaria en la quotidianitat que, al seu torn, seria modificat per una comprensió més profunda, fins i tot per una transformació.

D'acord amb Veer (1998), aquesta teoria de Vygotsky assumeix quatre punts bàsics en relació amb la noció de concepte científic:

- **Hi ha una comprensió de la realitat que va més enllà de la que està present en el coneixement quotidià.** Això condueix a una concepció no relativista en tant que seria la ciència la que gradualment s'aproxima a la veritat.
- Aquesta comprensió es **pot expressar en conceptes científics.** Vygotsky va concedir una gran importància a la necessitat d'articular el coneixement de manera que es pugui mantenir i definir explícitament. Aquest coneixement havia de ser personal aplicant-lo a la pràctica.
- **Aquests conceptes han de ser ensenyats a l'escola,** de manera directa, pels mestres.
- **Els conceptes científics han d'ampliar els seus dominis a d'altres diferents dels que inicialment es van adquirir.** Això ens condueix al problema de la transferència del coneixement.

1.1.2. Alguns treballs actuals

Aquesta proposta vygotskiana ha inspirat diferents treballs en el context educatiu.

Multiculturalitat i coneixement a l'escola

A manera d'exemple, citarem el de Hedegaard (1998):

Vol explorar com l'aprenentatge escolar i el coneixement generat a les aules es pot relacionar amb les situacions de la vida quotidiana quan a l'escola es tracta d'integrar diferents cultures.

La seva proposta es recolza en tres idees:

- L'aprenentatge s'ha de basar en el món pràctic de la vida quotidiana.
- És important aprendre les estratègies de cultures múltiples.
- Els estudiants són agents del seu aprenentatge i és aquí on es pot situar el pensament creatiu.

Com a exemple d'aquesta necessitat d'integració, es refereix a un projecte que ella mateixa porta a terme amb emigrants de Puerto Rico a Nova York, en què es donen aspectes de la història de la comunitat de manera que els estudiants arribin a penetrar en la seva cultura.

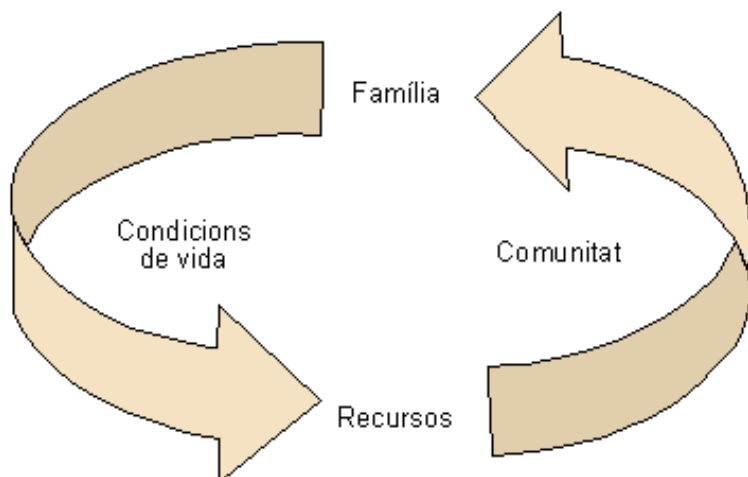


Edificis colonials a un carrer de Puerto Rico.

L'illa de Puerto Rico va ser descoberta per Cristòfor Colom en el seu segon viatge al Nou Món. El 1508, Juan Ponce de León es va convertir en el primer governador de l'illa i poc després Puerto Rico va esdevenir el bastió militar més important del Carib per a l'imperi espanyol. Per a resguardar la ciutat dels atacs d'enemics europeus, Espanya va iniciar la construcció de defenses a l'entorn de San Juan, incloent-hi les muralles que es conserven actualment (de la mateixa manera que alguns edificis). L'illa va romandre sota el domini espanyol fins al 1898, quan els Estats Units la van envair en el context de la Guerra Hispanoamericana. Aquest mateix any, Espanya va cedir l'illa als Estats Units i el 2 de març de 1917, sota l'Acta Jones, els residents de Puerto Rico es van convertir en ciutadans

nord-americans. El 1952, l'illa es va convertir oficialment en un estat lliure associat dels Estats Units.

En el treball que va portar a terme Hedegaard (1998), els continguts que els estudiants aprenien relacionaven la història personal de cada un amb la de la comunitat. Més concretament, el treball a l'aula havia de facilitar l'adquisició d'habilitats relacionades amb la lectoescriptura.



El treball pot ser un exemple de com es pot integrar el coneixement escolar a la vida quotidiana, però és difícil poder generalitzar l'experiència a qualsevol situació educativa.



Porto-riquenys a Nova York celebrant una festa

Es tractava que els nens fossin capaços de relacionar la societat en què vivien en aquell moment, la nord-americana, amb la societat en què van viure els seus pares i amb la que en aquell moment hi havia a Puerto Rico. Es van plantejar qüestions com les següents:

- Quines són les teves arrels?
- Quines són les característiques de la societat en què vius avui?

- Com et relaciones amb aquesta societat com a membre de la comunitat porto-riquenya?

La mestra pretenia que els nens fossin capaços de relacionar diferents conceptes. Es van utilitzar diferents recursos. Per exemple:

- Van analitzar fotografies de la seva família a Puerto Rico i a Nova York en diferents moments de la història.
- Van entrevistar els seus avis i altres persones grans de la comunitat porto-riquenya a Nova York.
- Van analitzar algunes pel·lícules i van visitar museus.

Però, el que és essencial és que els nens havien de construir un sistema conceptual en què tota aquesta informació s'integrés.

Aprenent a utilitzar conceptes científics a l'escola

Des d'un enfocament similar, ens fixarem a continuació en un exemple que mostra fins a quin punt pot ser difícil establir relacions entre coneixement científic i quotidià quan els conceptes s'aprenen en el context de l'escola.

L'exemple procedeix del nostre treball. En aquest cas analitzem com una nena, la Irene, fa els deures a casa en el marc d'un sistema d'ensenyament que valora fonamentalment la transmissió directa de coneixements, mitjançada pel llibre de text. D'aquesta manera, almenys en principi, s'afavoriran processos de descontextualització o generalització que, desgraciadament, presten poca atenció al desenvolupament de la creativitat.

La Irene i la seva mare fan juntes els deures, en aquest cas un problema de matemàtiques. Com sol passar en aquestes situacions, dues coses són importants: primer llegir el problema i després "descobrir" com es pot solucionar.

Vegem la conversa:

Irene: A veure... quantes ampolles d'un terç de litre pots omplir amb sis litres?

Mare: Com, com? Repeteix-m'ho!

Irene: Quantes ampolles d'un terç de litre pots omplir amb sis litres?

Mare: A veure, què es un terç? Alguna cosa ha de ser!

Irene: Sis...

Mare: És la tercera part d'un litre!

Irene: Ah! Divideixo sis entre...?



Com podem veure, la mare tracta de buscar el concepte clau ("un terç"), però la nena no l'entén. La conversa que segueix es va convertint, a poc a poc, en un diàleg de sords. És un exemple de com, a vegades, és difícil entendre'ns amb els nostres fills quan els volem ajudar.

Mare: Fes-ho amb el compte de la vella!

Irene: Què és el compte de la vella?

Mare: Escolta,... tinc aquest que... tres parts del litre... llavors per cada litre podrien ser...

Irene: Saps què diu la senyoreta? Que quan no sapiguem un problema que el dibuixem! A veure, poso ampolles, ampolles...



En aquest exemple, la mare no sap com fer comprendre a la seva filla "el concepte clau del problema", és a dir, no li sap explicar "què és un terç". La sessió de deures es fa interminable fins que sona el telèfon. La mare "se'n va" i el germà gran de la Irene "entra en acció".

El meu germà sí que en sap!

En Carles és capaç d'"explicar" a la seva germana, millor que la seva mare, "què és un terç". Per a poder-ho fer, posarà un exemple absolutament real.

Carles: En quants trossos has de partir la poma perquè surti un terç de poma?

Irene:En tres...

Carles: En quants trossos has de partir el litre perquè surti un terç d'ampolla?

Irene: En tres en tres... o sigui... que a cada persona li toca un terç... i has de partir això entre tres! Quantes persones vindran?

Carles:Doncs ... una persona... no, tres...



No hi ha dubte que en situacions com aquesta va ser molt important el suport que la nena va rebre de la seva família. Segurament no ho hauria pogut haver fet sola. Sens dubte, l'ajuda del seu germà va ser la més eficaç.

No sempre és possible transferir la construcció del coneixement que es produeix a l'escola a la vida quotidiana i viceversa. No hi ha dubte que tenim, com a educadors, una enorme tasca pendent.

1.2. Cultura, coneixement i sistemes d'activitat

1.2.1. Els sistemes d'activitat humana

Gairebé sempre una imatge o una metàfora transmet una idea millor que el discurs expositiu i acadèmic, per això podem contraposar el camí pel qual la psicologia sociocultural s'apropa a l'activitat humana acudint a la imatge d'algú que treballa amb les mans. Penseu, no obstant això, que no són solament les mans les que treballen, la precisió que s'exigeix en el seu rendiment l'obliga a utilitzar estratègies de treball intel·lectual. Àngel Rivière (1991) parlava dels humans com a **objectes amb ment**. Podem precisar la seva metàfora: **objectes amb ment, però també amb mans**.

Aquesta frase transmet moltes idees que s'amaguen darrere del treball de Michael Cole (1996) i els seus col·laboradors, especialment interessants si volem aprofundir en el tema de la manera en què s'estableixen relacions entre els coneixements que s'adquireixen en diferents contextos. Vegem algunes idees que li serveixen de punt de partida. Són els pilars fonamentals en què es recolza la seva manera d'entendre l'estructura bàsica de l'activitat humana. Fixeu-vos bé en els principis que assumeixen aquests autors:

Reflexió

Penseu un moment el que us suggereix aquesta imatge, i tot seguit trobareu el nostre comentari.



La mediació cultural

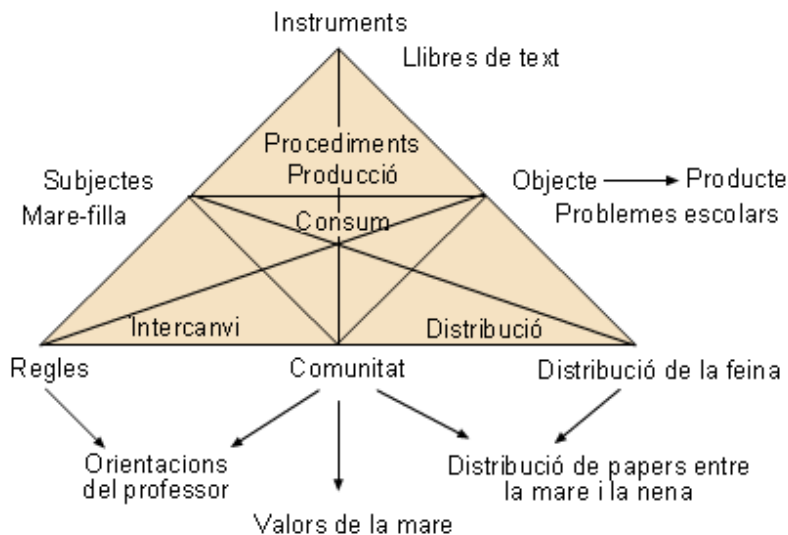
- Crea una estructura de la ment específica de l'espècie, universal i associada a la morfologia de l'acció.
- Es relaciona amb la presència d'instruments i regles en l'activitat humana.



- Té un efecte recursiu i bidireccional. L'activitat mediada modifica simultàniament l'entorn i el subjecte.
- És "història" en el present i conté coneixement acumulat de generacions anteriors.
- Crea les condicions especials perquè s'esdevingui el desenvolupament.

Des d'aquesta perspectiva, la unitat natural d'anàlisi per a estudiar la conducta són els sistemes d'activitat, entesos com els sistemes de relacions entre individus condicionats històricament i els seus entorns més pròxims organitzats culturalment.

Però aprofundim ara en el concepte de **sistema d'activitat**. N'incloem en la figura els principals elements.



Els sistemes d'activitat. Estructura bàsica de l'activitat humana. Font: Engenström (1993).

Comentarem els elements que s'inclouen en la figura a partir d'un exemple i prestarem una atenció especial a les relacions que es poden establir entre aquests.

Pensem, per exemple, en la nena que fa els deures de matemàtiques amb l'ajuda de la seva mare i el seu germà i que ja hem examinat en un altre lloc. Recordem, per exemple, com s'enfrontaven al problema de repartir sis litres de vi en ampolles d'un terç de litre.

Ens fixem en una activitat habitual a les llars occidentals, els tradicionals deures, quan els pares ajuden els nens a fer les tasques escolars, per exemple, problemes de matemàtiques.

Observant la figura, s'adverteixen els aspectes següents:

- La importància d'una **interacció entre les persones** (en aquest cas una mare i la seva filla) i l'objecte al qual s'orienta l'activitat i que, alhora, és modelat o transformat en un resultat amb ajuda d'instruments externs i interns (físics i simbòlics), en aquest cas el llibre de text.
- Cal tenir en compte també que aquesta activitat es desenvolupa en una **comunitat** (en aquest cas la família o l'escola) que inclou múltiples individus i grups que comparteixen metes similars.
- A més, **aquestes activitats estan regides per regles** semblants que contribueixen a la distribució de tasques i papers socials entre els membres de la comunitat, en aquest cas els que desenvolupen davant la tasca una mare i una filla.
- D'altra banda, en aquest sistema d'activitat hi ha un **intercanvi i distribució d'objectes entre els individus** que configura l'activitat humana amb caràcter bidireccional: és a dir, les persones, en transformar els instruments i els objectes, es transformen a si mateixes.
- Finalment, el fet d'estar davant un sistema dinàmic condueix necessàriament a la noció de temps, que en relació **amb la vida humana s'ha**

d'entendre com a història, ja que els humans interpretem el passat i el futur en termes d'experiència cultural.

Però quina és la utilitat d'una proposta com aquesta? Pensem que contribueix a generar nous marcs epistemològics des dels quals es pot interpretar l'activitat humana que es desenvolupa en el temps i en el si de contextos culturals específics.

- Interpretem la realitat que observem des de **perspectives molt llunyanes dels mètodes experimentals** que tradicionalment s'han aplicat en psicologia.
- En el nucli d'aquesta proposta es troba el concepte de **coneixement distribuït** que ja apareix en el treball que Cole i els seus col·laboradors publiquen al començament dels anys vuitanta (Laboratory of Comparative Human Cognition, 1983) i que ara es desenvoluparà més profundament.

Val la pena detenir-se un moment en la idea de **coneixement distribuït**. Reflexioneu-hi a partir de la fotografia que us oferim.



Joves en un festival musical durant els anys setanta.

Hi ha un **coneixement distribuït en l'individu**. L'heterogeneïtat de l'activitat en el cervell podria estar condicionada, almenys en part, per l'estructura dels esdeveniments en què la persona participa, tant en el seu aspecte sensorial com en el simbòlic. En el cas de la nostra fotografia, podeu pensar fins a quin punt els "sentiments" dels joves davant els seus ídols són reforçats pel fet de pertànyer a un grup.

També es refereixen al **coneixement distribuït en la cultura**. En aquest sentit, la combinació de les metes, els instruments i l'entorn constitueixen simultàniament el context de la conducta i permeten de dir que el coneixement està distribuït en tal context. En el nostre cas, el fet de participar en la mateixa situació podria reforçar una consciència col·lectiva.

A més, en tercer lloc, una noció de **cultura distribuïda entre les persones**. Això obliga a pensar que el coneixement està distribuït entre elles en virtut dels seus rols socials. Per molt diferents que siguin els papers socials dels joves que participen en la concentració, en aquest moment hi ha alguna cosa que els identifica.

Per acabar, els autors es refereixen a una **distribució del coneixement en el temps** i es retreuen fins i tot a la filogènia. Fins a quin punt podem pensar que, més de trenta anys després de prendre's aquesta fotografia, es continuen produint concentracions semblants?

En suma, distribuir el coneixement no significa en cap cas prescindir de l'individu, sinó ampliar el marc en què s'ha d'explicar.

Altres autors han treballat en la mateixa línia. A Pea (1993), per exemple, també li permet d'anar més enllà de l'individu, sense perdre'l, i posant les arrels del coneixement en una activitat mitjançada:

"Quan parlo d'intel·ligència distribuïda em refereixo als recursos que s'utilitzen en el món, o que es fan presents conjuntament en l'ús, per a conformar i dirigir la possible activitat que emergeix del desig. No es tracta, per descomptat, que qualsevol forma d'intel·ligència sigui distribuïda, sinó que hi ha una línia en aquesta direcció que s'ha de trobar en la història cultural, l'ontogènesi³ i la microgènesi de l'activitat" (Pea, 1993, p. 49).

⁽³⁾ **ontogènesi** f Desenvolupament de l'individu. // Segons la psicologia, procés de desenvolupament que té lloc des del naixement fins a la mort.

Aquest tipus d'intel·ligència, ens diu l'autor, contrasta amb altres models que la consideren com un atribut dels individus i que es defineix sobretot per la possibilitat de portar a terme un conjunt de transformacions mentals que operen sobre símbols de metes, objectes i relacions.

La fotografia que us oferim ens sembla un exemple excel·lent de la intel·ligència distribuïda associada al concert d'instrument. S'hi mostra el treball dels tintorers marroquins que han heretat una tradició mil·lenària. La imatge és, a parer nostre, una excel·lent metàfora per a representar la intel·ligència distribuïda mitjançant el treball humà.



Tallers i tines de tintorers a Fes, Marroc, per Yann Arthus-Bertrand⁴.

(4) Tallers i tines de tintorers a Fes, el Marroc (N 34°05' W 4°57').

El barri dels tintorers al Marroc ha conservat la seva autenticitat: des de fa segles s'utilitzen les mateixes tècniques ancestrals de coloració que es transmeten de manera hereditària. Les fibres tèxtils de llana o de cotó i les pells assaonades de xai, de cabra, de vaca o de dromedari se submergeixen en tines de tintures amb parets de ceràmica, els batans, on els artesans trepitgen les pells. Els colorants s'elaboren en els molins del uadi de Fes a partir de pigments naturals: rosella, indi, safrà, pinyol de dàtil i antimoni s'usen per a obtenir els colors vermell, blau, groc, cafè clar i negre respectivament. Els materials tenyits serviran per a confeccionar les cèlebres estorettes i objectes de cuir de fama internacional, que constitueixen els dos principals productes artesanals d'exportació del Marroc.

De l'exposició *Earth from Above* (La Terra des de dalt). *Retrat aeri del nostre planeta*

Des del 1990, Yann Arthus-Bertrand ha sobrevolet centenars de països. Les seves fotografies aèries, que no es poden dissociar dels seus peus de foto, ens conviden a tots a reflexionar sobre l'evolució de la Terra i el futur dels seus habitants. Es tracta d'un informe realitzat mitjançant paraules i imatges que es fan prendre consciència que no únicament som responsables del nostre planeta de manera personal, sinó que també hem de decidir el que lleguem entre tots a les generacions futures.

Lloc web: www.yannarthusbertrand.org

El llibre *Earth from Above* ha estat publicat per Lunwerg.

Cap a un desenvolupament sostenible

Des del 1950, el creixement econòmic ha estat considerable i la producció mundial de béns i serveis s'ha multiplicat per 7. Durant aquest mateix període, la població mundial només s'ha duplicat, però el volum de peixos capturats i de carn produïda s'ha multiplicat per 5. El mateix ha passat amb la demanda d'energia. El consum de petroli s'ha multiplicat per 7 i les emissions de diòxid de carboni, la causa principal de l'efecte hivernacle i de l'escalfament global, s'han quadruplicat. Des del 1900, el consum d'aigua dolça s'ha multiplicat per 6, principalment per a cobrir les demandes de l'agricultura.

Tot i així, el 20% de la població del món no té aigua potable, el 40% no té accés a una millora de la sanitat, el 40% no posseeix electricitat, 826 milions de persones estan subalimentades i la meitat de la humanitat viu amb menys de 2 dòlars al dia.

És a dir, una cinquena part de la població mundial viu en països industrialitzats, consumint i produint en excés i generant una contaminació enorme. Les quatre cinques parts restants viuen en països en vies de desenvolupament i, la majoria, en la pobresa. Per tal de cobrir les seves necessitats, exigeixen molt dels recursos naturals de la Terra, amb la qual cosa, provoquen una degradació constant de l'ecosistema del planeta i de l'existència limitada d'aigua dolça, aigua oceànica, boscos, aire, terra cultivable i espais oberts.

Això no és tot. L'any 2050, la Terra tindrà prop de 3.000 */*milions d'habitants més. La gran majoria d'aquestes persones viuran als països en desenvolupament. A mesura que es desenvolupin aquests països, el seu creixement econòmic provarà d'aconseguir la posició de les nacions industrialitzades, dintre dels límits de l'ecosistema de la Terra.

La situació de la Terra no és irreversible, però és necessari introduir canvis com abans millor. Tenim l'oportunitat de dirigir-nos cap a un desenvolupament sostenible que ens permeti millorar les condicions de vida dels ciutadans del món i satisfer les necessitats de les generacions futures. Aquest desenvolupament es basarà en un creixement econòmic respectuós tant amb l'home com amb els recursos naturals del nostre únic planeta.

Per tal d'aconseguir aquest desenvolupament, és necessari que es millorin els mètodes de producció i que es canviïn els hàbits de consum. Amb la participació activa de tots els ciutadans del món, totes i cadascuna de les persones poden contribuir al futur de la Terra i de la humanitat, començant en aquest mateix instant.

Intel·ligència distribuïda significa que la intel·ligència està al servei de l'activitat i que no és aliena a processos de participació guiada en què les persones col·laboren per aconseguir metes compartides.

Per què explorem el concepte de sistema d'activitat quan ens apropem al coneixement escolar?

Segurament ja ho haureu descobert; si no, podeu pensar algunes raons en contemplar la imatge que incloem. Les nostres raons són les següents:

- El model ens permet de comprendre com el coneixement adquireix el seu significat en el context en què es construeix.
- S'aporta un esquema d'anàlisi des del qual es pot abordar qualsevol context d'aprenentatge, tant formal com no formal o informal⁵.

⁽⁵⁾ **aprenentatge no formal i informal** // No sempre aquests dos conceptes es consideren sinònims. En aquest treball entenem que es refereixen a formes d'aprenentatge i ensenyament que es produeixen fora de la institució escolar.

- El coneixement i l'activitat humana es comprenen des de marcs culturals i històrics.
- L'activitat humana s'entén com un conjunt de processos situats en situacions específiques en què adquireixen el seu significat.

2. La llengua escrita

2.1. Què és l'alfabetització?

Heu pensat alguna vegada què significa aquest concepte? Potser aquestes imatges us suggeriran alguna idea.



La lengua de las mariposas, de José Luis Cuerda (1999).

Don Gregorio, el meravellós mestre d'aquesta escola, protagonista a *La lengua de las mariposas*, és capaç d'entusiasmar els nens ensenyant-los "d'una altra manera". I això que en aquesta època, molt pròxima a la Guerra Civil Espanyola, les coses eren difícils. Aprendre llengua en aquest col·legi, com qualsevol altra cosa, es convertia en una tasca apassionant. Aquí els alumnes aprenen castellà, prenen consciència de la seva llengua, amb la poesia. També fan un "dictat", però prèviament creiem que els ha entusiasmats, ha creat "interès per aprendre alguna cosa nova". L'escena que hem vist ens semblava una bona introducció al concepte d'alfabetització.

El *Diccionari de la llengua catalana* de l'Institut d'Estudis Catalans entén per *alfabetitzar* "ensenyar de llegir i d'escriure [...]". D'altra banda, aquesta ha estat una de les tasques de l'escola des de la seva aparició en les societats occidentals.

Saber llegir i escriure aporta a les persones capacitats simbòliques que els permeten de formar part de la cultura occidental com a "membres de ple dret". A més, contribueix al fet que siguin més conscients dels instruments que els permeten de comunicar-se entre si amb la llengua oral.

Quan parlem d'alfabetització és obligatori al·ludir als treballs de Paul Gee (1991, 1996). Aquest autor ens apropa al concepte de discurs com a pas previ per a apropar-nos posteriorment al d'alfabetització.

Vegem, seguint Paul Gee, algunes característiques del discurs que convé tenir en compte per a comprendre millor el concepte d'alfabetització.

- **Els discursos són ideològics.** Porten implícits un conjunt de valors i punts de vista segons els quals un pot parlar i actuar.
- **Els discursos són resistents a les crítiques internes i a l'"autoescrutini".** És a dir, el fet d'expressar els punts de vista que subjauen a un discurs situa el parlant en una perspectiva externa. Per descomptat, un pot revisar críticament un discurs des del punt de vista d'un altre.
- **Un discurs es defineix des dels que s'hi oposen.** Per exemple, el de l'empresari enfront del treballador, el de la dona enfront del de l'home, etc.
- **Qualsevol discurs es relaciona amb certs elements i deixa fora uns altres.** Per exemple, determinats conceptes, punts de vista, valors, etc. Entre aquests s'estableix una relació dialèctica perquè una mateixa persona es compromet amb diferents discursos.
- **Els discursos estan estretament relacionats amb la distribució del poder social.** Així, el control de certs discursos pot conduir a certes formes de poder.

En suma, els individus donen cos al discurs cada vegada que parlen o actuen. Però, com s'arriba a controlar un discurs? Aquí és necessari diferenciar entre processos d'adquisició i d'aprenentatge del discurs.

Activitat

- Interpreteu el text següent en què es basa el fragment de vídeo que heu vist. Fixeu-vos especialment en les característiques del discurs, per exemple: creieu que s'hi revela una ideologia? Quines serien les fonts del significat? Més endavant trobareu la solució.



La llengua de les papallones

"Tenim un company nou. És una alegria per a tots i el rebrem amb un aplaudiment." Vaig pensar que em pixaria un altre cop, però només vaig notar una humitat als ulls. "Bé, i ara començarem amb un poema. A qui li toca? Romualdo? Vine, Romualdo, acosta't. Ja saps, a poc a poc i amb la veu ben alta."

A en Romualdo els pantalons curts li quedaven ridículs. Tenia les cames molt llargues i morades, amb els genolls tots esgarrinxats.

Una tarde parda y fría...

"Un moment, Romualdo, què llegiràs?"

"Una poesia, senyor."

"I quin títol té?"

"*Recuerdo infantil*. L'autor és Antonio Machado."

"Molt bé, Romualdo, endavant. A poc a poc i en veu alta. Fixa't en la puntuació."

El tal Romualdo, a qui jo coneixia de carregar sacs de pinyes, com a nen que era d'Altamira, s'escurà el coll com un vell fumador de picadura i va llegir amb una veu increïble, esplèndida, que semblava sortida de la ràdio de Manolo Suárez, l'indiano de Montevideo.

*Una tarde parda y fría
de invierno. Los colegiales
estudian. Monotonía
de lluvia tras los cristales.*

*Es la clase. En un cartel
se representa a Caín
fugitivo, y muerto Abel,
junto a una mancha carmín...*

"Molt bé. Què vol dir *monotonía de lluvia*, Romualdo?", va preguntar el mestre.

"Que plou sobre mullat, don Gregorio."

Rivas, M. (1997). *Què vols de mi, amor?* (pp. 25-26). Barcelona: Proa.

Solució

Us oferim ara alguns suggeriments per interpretar aquest text, a partir de les característiques que Paul Gee (1999) atribueix al discurs.

Dimensions del discurs	La llengua de les papallones
Els discursos són ideològics.	La primera part de la classe revela una meta concreta del mestre: facilitar la integració d'un nou alumne.
Els discursos són resistents a l'"autoescrutini".	El mestre indica clarament "Fixa't en la puntuació".
Un discurs es defineix des dels que s'hi oposen.	El discurs del mestre es defineix enfront del de l'alumne i tots dos són diferents del discurs escrit que l'alumne ha de llegir, en aquest cas una poesia.
Qualsevol discurs es relaciona amb certs elements i deixa fora uns altres.	Per exemple, al mestre li interessa sobretot el significat del terme "monotonía de la lluvia", prescindint d'altres aproximacions possibles a la poesia.
Els discursos estan estretament relacionats amb la distribució del poder social.	No hi ha dubte que el discurs del mestre i els alumnes revelen posicions diferents: per exemple, el mestre és qui controla com s'ha de llegir la poesia.

L'adquisició es porta a terme de manera no conscient, bé amb un model o bé per processos d'assaig i error, sense necessitat d'un ensenyament formal. Té lloc en contextos naturals en què el que s'adquireix té un valor funcional, és a dir, es necessita per a desistir-se d'aquest context; així s'adquireix, per exemple, el llenguatge matern.

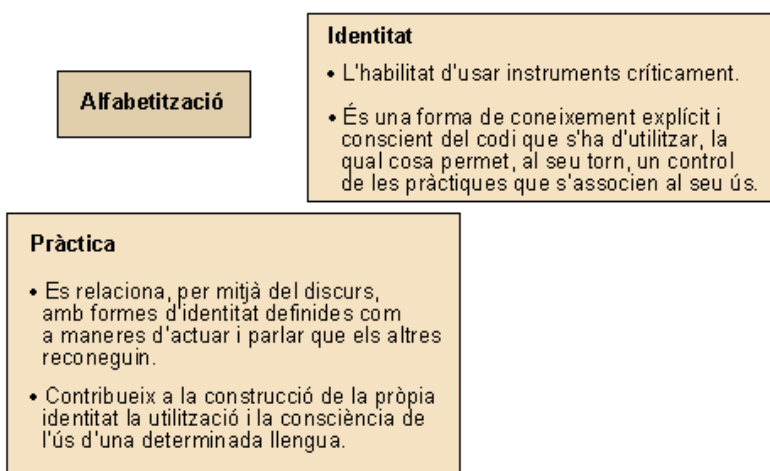
L'aprenentatge és un procés que representa un coneixement conscient, obtingut amb l'ensenyament. No exigeix la presència d'un mestre, però representa explicació i anàlisi: això és, engrunar el contingut en les seves parts. Implica, a més, un cert grau de metaconeixement.

És important assenyalar que moltes coses de les que dominem en la vida s'adquireixen a partir de tots dos processos.

L'adquisició i l'aprenentatge són fonts de poder: la primera permet un predomini en l'acció i la segona, en la capacitat d'anàlisi, explicació i crítica.

2.1.1. Alfabetització i control del discurs

En principi, podem entendre l'alfabetització relacionada amb una doble dimensió que us presentem en l'esquema següent:



En aquest context és possible parlar de dos tipus de discurs:

Discurs primari, que és el que sorgeix entre els parlants que es comuniquen cara a cara oralment, i discurs secundari, que representa usos específics segons les situacions i exigeix un procés d'aprenentatge.

L'autor assenyala les implicacions educatives del seu plantejament, que són les següents:

- Quan es tracta d'ajudar els nens que pertanyen a **minories desafavorides culturalment**, respecte de la cultura dominant, és necessari posar l'accent en els processos d'adquisició. Es busca crear entorns naturals i funcionals que puguin ajudar els nens a introduir-se a l'escola.
- L'aprenentatge i l'ensenyament es relacionen amb **nivells metacognitius de desenvolupament**.
- Cal tenir en compte que **de vegades els discursos es contraposen davant els nens de manera conflictiva**, per exemple en el que aprenen dins i fora de l'escola.
- L'aprenentatge ha de permetre a tots els nens de **criticar els seus discursos primaris i secundaris**. Per a això, serà necessari exposar-los a una varietat de discursos.

2.2. La llengua oral i escrita: què ens diu Vygotsky?

Les imatges que aportem us poden suggerir alguna reflexió sobre la capacitat humana d'utilitzar la llengua escrita.



Us heu fixat que en les imatges s'aporten, sobretot, instruments presents en aquesta activitat? Però el que és més interessant és que, en si mateixa, l'escriptura es pot convertir en un instrument del pensament, utilitzant el terme en sentit vygotskià.

Vygotsky és un dels pocs autors que, des de la perspectiva de la psicologia, s'interessa per la llengua escrita a la dècada dels anys trenta. Explorarem com el seu treball anticipa en molts anys explicacions que es desenvoluparan molts anys més tard.



Per a Vygotsky (1986), el desenvolupament de l'escriptura no és una mera repetició del procés relacionat amb el llenguatge oral, i en cap cas el que és oral i el que és escrit no es poden identificar. Escriure, tant si s'utilitza en la vida quotidiana –com és el cas d'aquesta fotografia– com si es fa a l'escola, és el resultat d'un costós procés d'aprenentatge que, fins i tot, mai no acaba del tot.

La llengua escrita és una funció lingüística separada, que difereix de l'oral tant en la seva estructura com en la seva forma de funcionament.

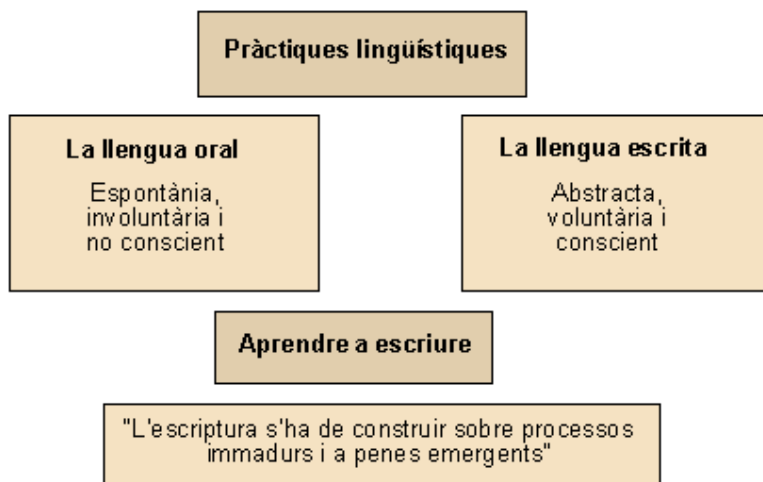
D'una manera més precisa, aquestes diferències es concreten així:

"Podem concloure que la diferència essencial entre la llengua oral i l'escripta reflecteix la diferència entre dos tipus d'activitat, una que és espontània, involuntària i no conscient, mentre que l'altra és abstracta, voluntària i conscient; a més, les funcions psicològiques en què es recolza el llenguatge escrit no s'han començat a desenvolupar en sentit pròpiament dit quan comença la instrucció sobre l'escriptura. S'ha de construir sobre processos immadurs i a penes emergents" (Vygotsky, 1986, p. 183).

Es comprèn immediatament que l'escriptura és una habilitat humana que sorgeix en relació amb un procés complex de desenvolupament.

Esquema

Aquestes són, a parer nostre, les idees fonamentals incloses en el text:



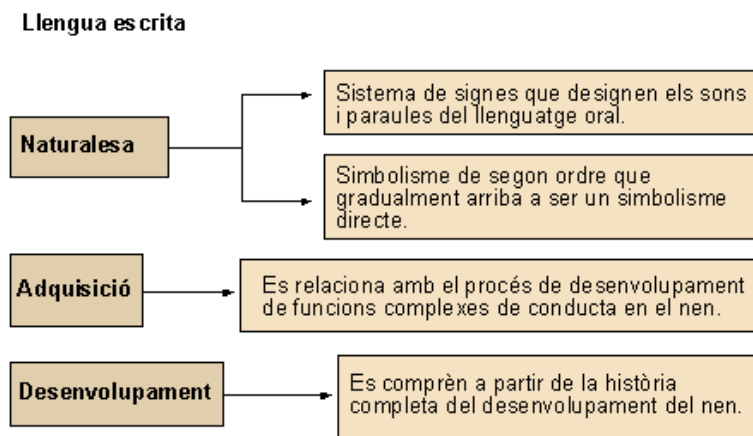
En el seu treball sobre *La prehistòria del llenguatge escrit* (1978/1986) assenyala el següent:

L'escriptura, a diferència del llenguatge parlat que els nens aprenen per si mateixos, exigeix un ensenyament directe i, sobretot, que el curs del seu desenvolupament mostra característiques específiques.

"Un tret d'aquest sistema és que es tracta d'un simbolisme de segon ordre que gradualment arriba a ser un simbolisme directe. Això significa que el llenguatge escrit consisteix en un sistema de signes que designen els sons i paraules del llenguatge oral, que alhora són signes d'entitats i relacions reals. Gradualment aquest llaç intermedi, el llenguatge oral, desapareix i el llenguatge escrit es converteix en un sistema de signes que simbolitza directament entitats i relacions entre aquestes. Sembla clar que aquest complex sistema de signes no es pot adquirir d'una manera purament mecànica i de manera externa, més aviat és l'acumulació d'un llarg procés de desenvolupament de funcions complexes de conducta en el nen. Solament comprnent la història completa del desenvolupament del nen i el lloc de l'escriptura en aquest ens podem aproximar a una solució correcta de la psicologia de l'escriptura" (Vygotsky, 1978/1986, p. 106).

Sabríeu fer un esquema d'aquest text? Aquí trobareu el nostre.

Esquema



Es tracta, per tant, d'un simbolisme de segon ordre que representa el desenvolupament d'un sistema simbòlic a partir del llenguatge oral.

2.2.1. Els precursors de l'escriptura

Aprendre a escriure no és una tasca senzilla. De fet, representa un elevat esglaió en la tasca de representar la realitat o el pensament de manera simbòlica. Per arribar-hi, és necessari un procés de desenvolupament que sembla que segueix un curs diferent del d'altres processos. L'habilitat d'utilitzar la llengua escrita s'ha d'entendre com un procés en estreta relació amb els canvis que es produeixen en altres sistemes de representació infantil que Vygotsky relaciona amb la prehistòria del llenguatge escrit, per exemple, el gest, el joc o el dibuix.

Vygotsky considera el gest com el signe visual que conté el futur de l'escriptura. A més que certs gestos figuratius poden reproduir signes gràfics, hi ha dos àmbits en què els gestos estan units a l'origen dels signes escrits.



- Quan els nens fan els seus primers gargots les marques al paper són solament aspectes suplementaris de les representacions gestuals: per exemple, si el nen dibuixa algú que corre, marca el moviment amb els dits. En realitat, aquests primers dibuixos infantils són més gestos que dibuixos pròpiament dits.
- Passa el mateix amb conceptes de caràcter complet o abstracte; en aquests casos, els nens no dibuixen, sinó que indiquen i el llapis serveix per a fixar el gest indicatiu.

Un altre precursor de l'escriptura és el joc. Vegem què ens en diu Vygotsky:

"Per als nens alguns objectes en poden denotar uns altres, reemplaçar-los i arribar a ser-ne signes, el grau de similitud entre l'objecte de joc i allò que denota no té importància. El que importa és l'ús d'aquest objecte de joc i la possibilitat d'executar amb aquest un gest representacional. Aquesta és la clau de la funció simbòlica en el joc infantil" (Vygotsky, 1978/1986, p. 108).



- És a dir, el joc simbòlic es pot comprendre com un complex sistema de parla amb gestos que comuniquen i indiquen el significat de les coses.
- Solament amb aquests gestos indicatius els objectes adquireixen el seu significat, de la mateixa manera que en el dibuix, que, si bé al principi és ajudat pel gest, a poc a poc es converteix en una cosa independent.
- L'objecte té realment una funció substitutiva i l'estructura de les coses es modificada sota l'impacte del nou significat que adquireixen.

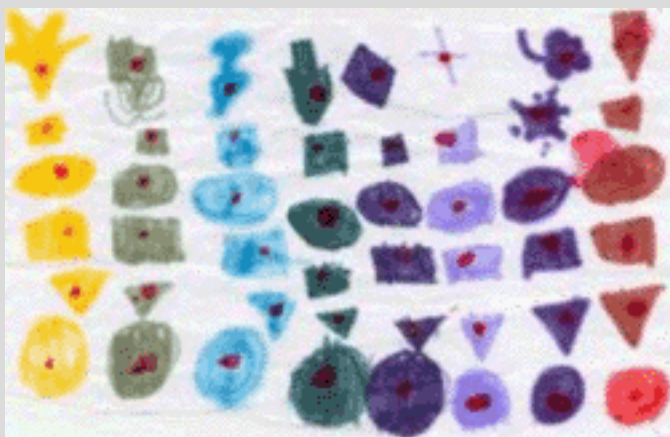
Pel que fa **al dibuix**, Vygotsky assenyala que, quan els nens comencen a dibuixar, ja han fet un progrés important en el llenguatge oral.



- Inicialment dibuixen de memòria, i n'és una mostra el fet que, quan dibuixen, no miren l'original tot i que el tinguin davant seu.
- No els interessa massa la similitud, busquen la representació més de manera simbòlica que naturalista.

- El dibuix es una forma de llenguatge que inclou solament els trets essencials dels objectes i es poden considerar com un pas preliminar en el desenvolupament de l'escriptura.

Vygotsky ha explorat **també els primers traços de l'escriptura en el nen** i al·ludeix a alguns experiments que ell mateix va fer. L'autor descriu com els petits s'enfronten a una tasca que exigeix certes formes de notació. Per exemple, se'ls demana que recordin un determinat nombre de frases que excedeixin la seva capacitat de memòria i, quan l'experimentador està convençut que no les poden recordar, els dóna un tros de paper i els demana que anotin les paraules. A vegades es creuen incapaços de fer-ho, però quan l'adult insisteix fan algunes marques i els símbols els recorden les frases.



Dibuix de Vera Jiménez (Alcorcón), 5 anys.

- Als tres o quatre anys, el que escriuen no els ajuda realment a recordar les frases, però en un moment donat els nens fan traços significatius que sembla que llegeixen. També indiquen sense error quines marques corresponen a determinades frases.
- A poc a poc aquestes marques són reemplaçades per petites figures i dibuixos que tenen també un valor de signes.

2.2.2. Aprendre a escriure

El que s'observa, en suma, és que els nens avancen des d'una escriptura pròxima al gest a una altra que denota els rudiments de la representació. És fàcil veure, d'altra banda, que aquests símbols escrits són de primer ordre, ja que denoten objectes o accions. Serà necessari aconseguir un simbolisme de segon ordre que representa la creació de signes escrits per als símbols parlats o les paraules. Això exigeix un descobriment bàsic: que pot dibuixar no solament coses, sinó també paraules.

Avançant una mica més en aquesta línia, Vygotsky (1986) es pregunta per què l'escriptura pot resultar tan difícil, en alguns moments, i no està d'acord amb les explicacions que es limiten a indicar que hi pot haver una llacuna d'uns quants anys entre l'adquisició del llenguatge oral i escrit o que aquest últim ha de repetir els estadis del desenvolupament de la llengua oral.

Si voleu aprofundir en el tema, reflexioneu sobre les idees que s'especifiquen en la taula següent. Incloem aquí algunes de les raons que, d'acord amb Vygotsky, contribueixen a explicar aquesta dificultat d'aprendre a utilitzar la llengua escrita.

Recurs interactiu només accessible al web.

WEB

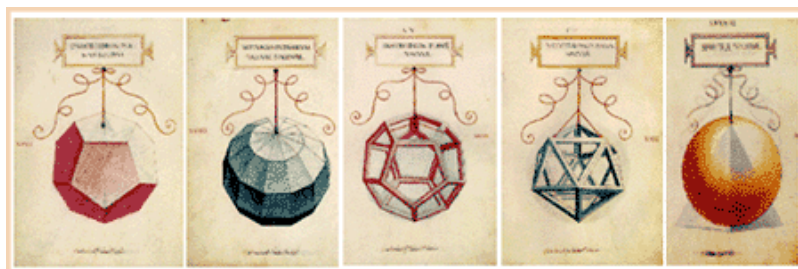
3. Aprendre a utilitzar llenguatges formals

3.1. La naturalesa del coneixement matemàtic

Per què ens hem d'apropar a la matemàtica quan explorem les relacions entre el desenvolupament del pensament simbòlic i la cultura?

El pensament matemàtic permet als humans de transcendir les limitacions de l'espai i el temps.

Què significa conèixer matemàticament? Les arrels platòniques



Ja Plató, en el món grec clàssic, es referia a la matemàtica com un dels sabers més elevats.

Per a Plató, la matemàtica no solament era una realitat perfecta. Era l'autèntica realitat de la qual el nostre món quotidià no és més que un reflex imperfecte. Per tant, **els conceptes matemàtics són independents de l'experiència i tenen una realitat pròpia, són descoberts i no són inventats o creats.**

L'estudi de les diferents parts de les matemàtiques (geometria, aritmètica i teoria dels nombres) constituïa la propedèutica necessària en la dialèctica.

L'origen de la teoria platònica de les idees es remunta, d'una banda, als pitagòrics, a la seva teoria de les matemàtiques com a formes perfectes, i, de l'altra, a Parmènides, per a qui l'essència del que existeix canvia.

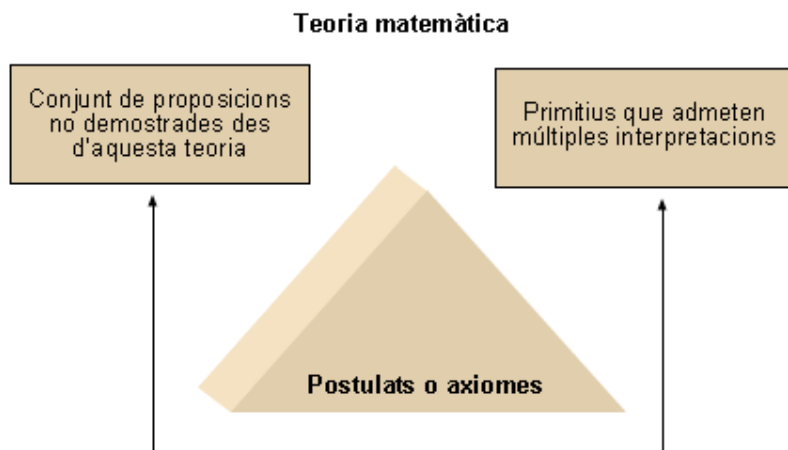
Podeu ampliar la informació a la web següent: [El llegat de les matemàtiques.](#)

3.1.1. Què entenem per coneixement matemàtic?

Aquesta pregunta sembla prioritària si hem d'explorar el desenvolupament dels conceptes matemàtics, com a expressió de la capacitat humana de manejar símbols. No es tracta de fer ara filosofia de la ciència, però si acceptem que les ciències es poden diferenciar segons el "criteri de veritat" que accepten, aquest pot ser un bon punt de partida per a apropar-nos a la naturalesa de la matemàtica. Partirem d'una definició de Hempel:

"[...] el desenvolupament rigorós d'una teoria matemàtica no procedeix exclusivament d'un conjunt de definicions, sinó més aviat d'un conjunt de proposicions no definitòries ni demostrades tampoc en el si de la teoria mateixa: són els postulats o axiomes de la teoria. Aquestes proposicions es formulen a còpia de certs conceptes bàsics o primitius dels quals no es donen definicions en la teoria [...] tot sistema consistent de postulats admet diverses interpretacions diferents d'aquests primitius, mentre que un conjunt de definicions en el sentit estricte de la paraula determina les significacions dels defensa d'una manera unívoca" (Hempel, 1969, pp. 16-17).

Per a comprendre millor aquest text podeu analitzar l'esquema que us aportem:



Sense aprofundir ara en una anàlisi detallada del text, en podem subratllar tres aspectes, relacionats amb la naturalesa de la matemàtica:

- **Les teories matemàtiques són axiomàtiques.** Això significa que el seu desenvolupament comença a partir d'uns principis que s'han d'admetre sense demostració.
- **Un sistema de postulats que admet múltiples interpretacions,** com els que estan presents en les teories matemàtiques, es pot expressar amb un llenguatge formal, que posseeix l'estructura d'un càlcul.
- Les teories matemàtiques, pel fet de prendre com a punt de partida un sistema de postulats, **s'allunyen de la realitat i els seus criteris de veritat** són diferents dels de les ciències socials o de la naturalesa.

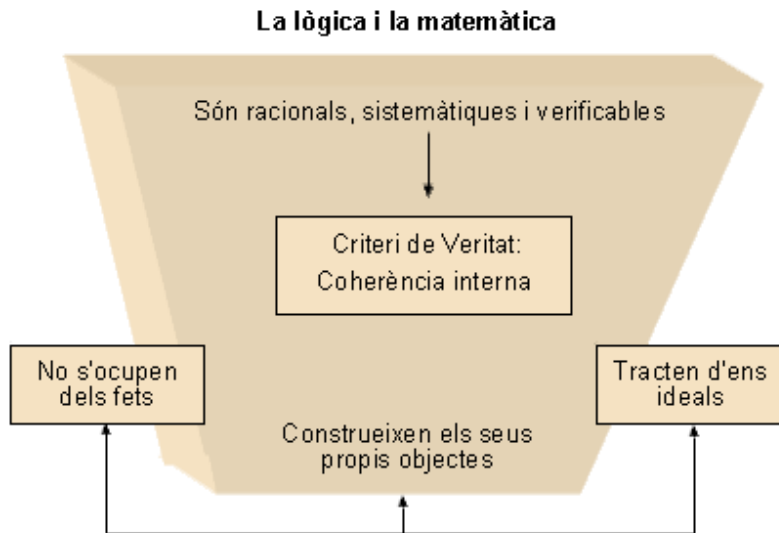
En síntesi, el fet de ser una ciència formal, semblant a la lògica, és el que hi confereix el caràcter peculiar que la diferencia d'altres disciplines.

Mario Bunge, filòsof de la ciència argentí, va escriure ja fa molts anys un petit volum, *La ciencia, su método y su filosofía* (1973), que ens ajuda a entendre molt clarament la naturalesa de les ciències formals, de les quals la matemàtica és un dels exemples més representatius. S'aproxima al tema contraposant "**ciències formals**" i "**ciències fàctiques**".

"No tota investigació científica procura el coneixement objectiu. Així, la lògica i la matemàtica –això és, els diversos sistemes de lògica formal i els diferents capítols de la matemàtica pura– són racionals, sistemàtics i verificables, però no són objectius, no ens donen informacions sobre la realitat; simplement, no s'ocupen dels fets. La lògica i la matemàtica tracten d'ens ideals; aquests ens, tant els abstractes com els interpretats, solament existeixen en la ment humana. Als lògics i matemàtics no se'ls dóna objectes d'estudi: ells construeixen els seus propis objectes" (Bunge, 1973, pp. 8-9).

Sabreu fer un esquema del text? Aquí us oferim el nostre.

Esquema



Bunge precisa que les ciències formals i les empíriques es diferencien segons tres criteris:

- **L'objecte**, que en les ciències formals mai no entra en conflicte amb la realitat. S'ocupen d'ens formals i estableixen relacions entre aquests. En qualsevol cas, s'empren en la vida quotidiana i en les ciències fàctiques mitjançant el pont del llenguatge, tant de l'ordinari com del científic.
- **Els enunciats** en les ciències formals consisteixen en relacions entre signes.
- **El mètode**, que en les ciències formals es recolza en processos deductius, operacions confinades a l'esfera teòrica.

En aquest context cal dir que **el criteri de veritat en matemàtiques** es recolza en la coherència de l'enunciat donat amb un sistema d'idees admès prèviament. La veritat no és absoluta, sinó relativa a aquest sistema. És a dir, una proposició que lògicament és vertadera en una teoria pot deixar de ser-ho en una altra.

Exemple

En el sistema aritmètic que empren per a comptar les hores del dia seria vàlida la proposició $24 + 1 = 1$.

3.2. La construcció del nombre des de la teoria de Piaget

3.2.1. Arribar a dominar estructures logicomatemàtiques

Però, com arribem els humans a manejar conceptes matemàtics? Per a respondre aquesta pregunta, resulta imprescindible acudir a la teoria de Piaget, encara que sigui molt breument. Els nens arriben a dominar aquesta forma de pensament de manera gradual i, abans de dominar completament la noció de nombre, serà necessari haver aconseguit unes altres habilitats (Piaget i Inhelder, 1966; Piaget i Szeminska, 1941/1967).

És ben sabut que la construcció del nombre, d'acord amb Piaget, és el resultat del desenvolupament d'una intel·ligència de caràcter general que conduirà a la coordinació dels principis de seriació i classificació. Quan això es produeix, els nens aconsegueixen la conservació del nombre.

Per exemple, en un moment donat, els nens són capaços de comprendre que, independentment de la seva disposició espacial, dues línies d'objectes poden contenir-ne el mateix nombre. Aquesta habilitat, a més, és independent del tipus d'objectes sobre els quals es faci la tasca.

Per a comprendre la gènesi del coneixement logicomatemàtic, resulta especialment rellevant la distinció que Piaget va establir dins el pensament preoperatori que al·ludeix a dos nivells en el marc del desenvolupament. En el primer nivell, el nen de dos a cinc anys construeix "preconceptes" i "prerelacions" i, en el segon, apareixen les "funcions constituents".

3.2.2. El primer nivell del pensament preoperatori

Què són els preconceptes i les prerelacions als quals es refereix Piaget?

Són nocions pròpies del pensament simbòlic que permeten al nen d'interpretar la realitat, deriven dels primers esquemes verbals i evolucionaran fins a convertir-se, amb l'arribada del pensament operatori, en classes i relacions pròpiament dites.

Els **preconceptes** i les estructures preconceptuals que estan al darrere suposen que els objectes es relacionen entre si segons semblances o analogies, però que no estan integrats encara en una classe general i abstracta segons propietats que són comunes a tots aquests.



Imaginem que presentem als nens un conjunt de fitxes diferents de les característiques següents:

- **Fitxes vermelles i rodones.**
- **Fitxes blaves, però entre les quals n'hi ha de rodones i quadrades.**

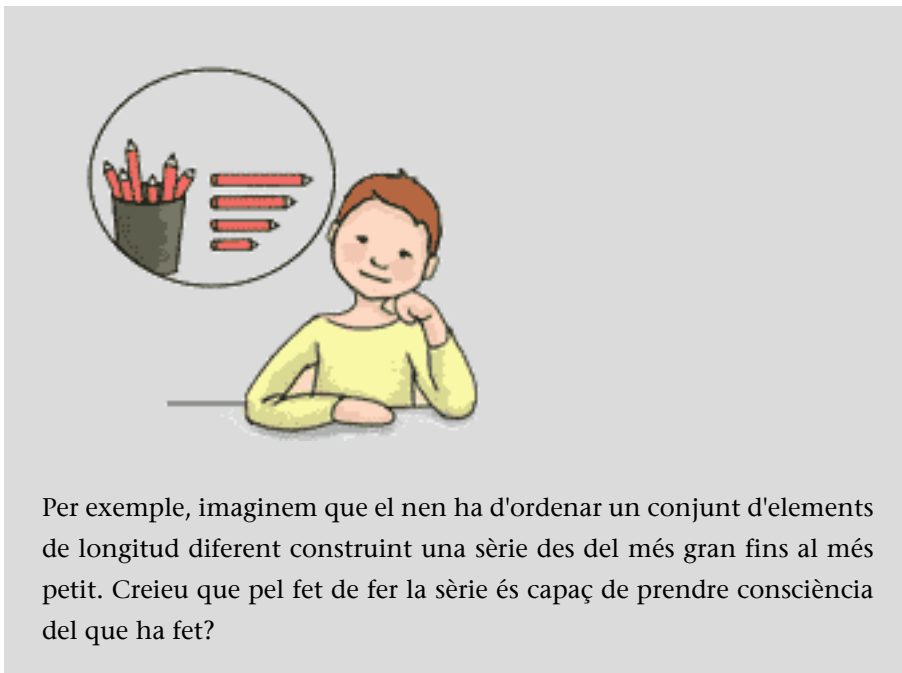
Si preguntem al nen sobre les característiques de les fitxes, admetrà fàcilment que totes les rodones són vermelles, però que no totes les quadrades són blaves "perquè també hi ha blaves que són rodones".

Aquest exemple mostra que el pensament del nen és preconceptual perquè no sap establir relacions entre "el tot i les parts".

Hi ha, a més, un altre tret que podem observar en un exemple que cita Piaget, pel que fa al comportament del seus fills. Una nena, Jaqueline, veient una fotografia seva de quan era més petita, diu que "és Jaqueline quan era Lucienne" (la seva germana més petita).

Piaget interpreta conductes d'aquest tipus dient que, en aquest moment, els nens tenen una noció d'objecte que està a la meitat de camí entre l'individu i la classe i centrada, sobretot, en la noció d'exemplaritat.

El que Piaget ens diu de les **prerelacions** està en estreta relació amb les seves aportacions a la noció de preconceptes. Les dificultats del nen per a establir relacions entre elements de la manera en què ho faria un adult deriven, en certa manera, del seu "egocentrisme", el qual es manifesta en aquest cas en l'absolutització que el nen fa de les propietats que s'atribueixen als objectes independentment de qualsevol terme de comparació.



Per exemple, imaginem que el nen ha d'ordenar un conjunt d'elements de longitud diferent construint una sèrie des del més gran fins al més petit. Creieu que pel fet de fer la sèrie és capaç de prendre consciència del que ha fet?

Què us ha suggerit la imatge? Us descriurem la situació. Imagineu un nen que ha fet una sèrie de llapis correctament. Però una vegada que ho ha fet, la sèrie s'oculta mitjançant una pantalla i el nen ha d'explicar a una persona adulta el procés seguit per a fer-los. Podeu imaginar que no sempre tindrà el mateix èxit en explicar la seva acció.

Si comprèn realment les relacions que hi ha entre els elements, les interpretaria acceptant que $A > B > C > D > E > F$, i, a més, que un qualsevol dels elements és més gran que el que el succeeix i més petit que el seu antecessor en la sèrie. Així, $B < A$ i $B > C$. El nen d'aquesta etapa, no obstant això, no comprèn que B és "més gran" o "més petit" segons un determinat element de comparació.

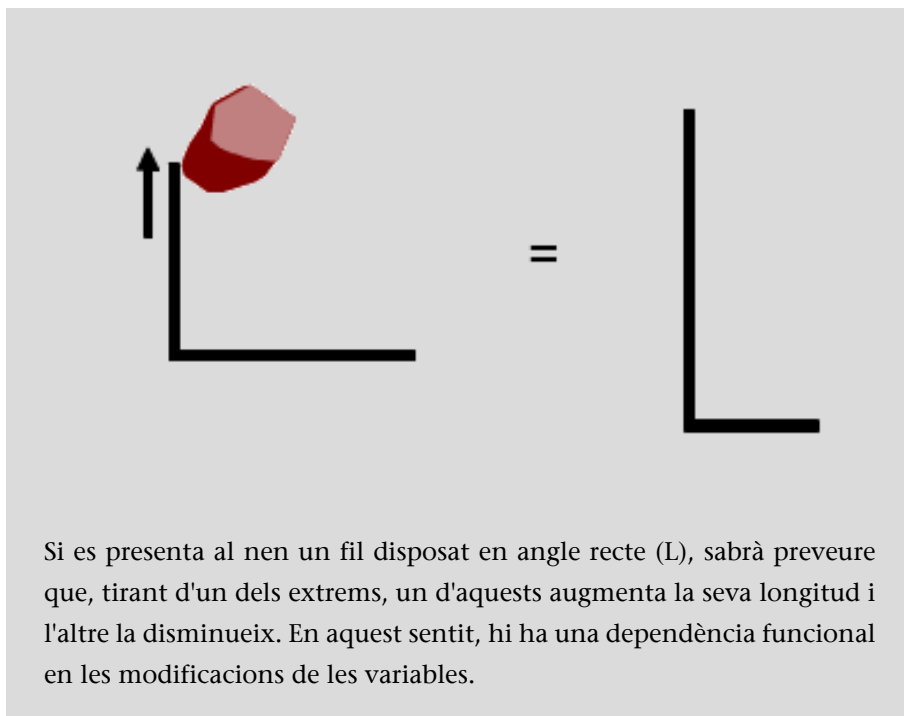
Cal tenir en compte, en primer lloc, que el fet de fer una activitat no implica, necessàriament, que el nen compregui en profunditat tot el procés que hi està present. Piaget ens diu que el procés de presa de consciència de l'acció es produeix "de la perifèria al centre": és a dir, en el vídeo que heu vist el nen es refereix als elements segons el seu color, però li resulta més difícil al·ludir a les quantitats i, molt especialment, a les relacions que hi ha entre aquestes.

3.2.3. El segon nivell preoperatori

D'acord amb Piaget, el nen arriba entre els cinc i els sis anys al segon nivell del pensament preoperatori i els seus processos mentals es fan més complexos, rere dels quals situa la presència de "**funcions constituents**" (Piaget, 1970), que li permeten alguns progressos en el seu coneixement de la realitat.

Es tracta d'una estructura de funció a partir de la qual el nen pot establir relacions entre les variacions de dos termes, tot i que encara no és capaç d'establir quantificacions efectives.

Novament, tot això es comprendrà millor amb un exemple que cita el mateix Piaget.

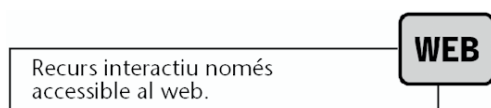


És a dir, el nen comprèn que, quan varia un dels dos elements de la relació, l'altre també ho fa. Però, d'altra banda, la principal limitació d'aquest moment és que no és capaç de quantificar aquestes relacions, és a dir, que la longitud del segment total roman constant ($L = A + B$).

3.2.4. La noció piagetiana de nombre

Piaget concep el nombre com una fusió de les nocions de classe i relació a les quals ja ens hem referit: la primera en proporciona l'aspecte cardinal i la segona, l'ordinal. Aquesta composició permet de comprendre que les etapes en la construcció del nombre estan estretament unides a l'adquisició de conductes relacionades amb aquestes nocions i que el fet que el nen hagi après a comptar verbalment no significa que hagi adquirit plenament la idea de nombre.

Les etapes en la construcció del nombre serien tres (Piaget i Szeminska, 1941; Piaget i Inhelder, 1966):



Podem recordar que Piaget atribueix al pensament preoperatori la capacitat de comprendre una identitat qualitativa dels elements. Això li permet de dissociar qualitats que romanen inalterades amb les transformacions. No obstant això,

la identitat quantitativa representarà la construcció de noves relacions entre els elements en què es compensen variacions de sentits diferents i, per tant, està unida a la reversibilitat operatòria.

3.2.5. Algunes crítiques als treballs de Piaget

Tampoc no és nou dir que aquest enfocament ha tingut importants crítiques que convindrà tenir en compte.

Mentre alguns s'han limitat a dir que els **nens poden assolir aquesta capacitat bastant abans del que assenyalava Piaget**, altres autors dirigeixen la seva crítica als **principis sobre els quals es recolza la noció de nombre**. Karmiloff-Smith (1992) es refereix a alguns treballs que tenen per a nosaltres un interès especial.

S'observa que les dificultats infantils podrien estar en relació tant amb els objectes que s'han de ser comptar com amb el llenguatge que està present en l'activitat de comptar.

Altres autors es refereixen al paper que poden acomplir els **aspectes relacionats amb la tasca pròpiament dita**: per exemple, pel que fa als objectes als quals s'aplicarà una estructura numèrica, els problemes infantils es relacionarien amb aspectes de la situació experimental.

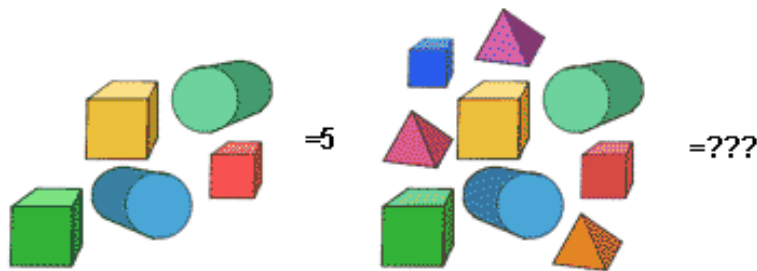
Imaginem una situació en què és necessari apropar-se a la resolució d'un problema. Penseu un moment en el que us poden suggerir aquestes imatges:



A nosaltres ens ha suggerit que les dificultats poden sorgir d'aspectes específics relacionats amb la interacció que els nens mantenen amb la situació. Per exemple, els petits que interactuen amb altres persones poden accedir al pensament matemàtic de manera diferent de si ho fan en solitari. De fet, l'adult

o altres nens poden contribuir al fet que es fixin en diferents aspectes de la situació que, potser, actuant en solitari seria més difícil (Donaldson, 1978). Segurament, la imatge us pot suggerir algun comentari en aquest punt.

En altres ocasions s'ha observat que els nens petits no conserven nombres grans, però sí nombres petits (per exemple, Siegler, 1981, 1987). Per exemple, fixeu-vos en la imatge i digueu de nou què us suggereix:



Els més petits de cinc anys serien capaços d'aconseguir la tasca de conservació solament si utilitzen tres o quatre objectes. Una possible explicació assenyala que els nens i les nenes posseeixen els operadors lògics de la conservació del nombre, però encara no els poden aplicar a nombres més grans de cinc.

Karmiloff-Smith (1992) es refereix, no obstant això, a investigacions posteriors (per exemple, Tollesrud-Anderson, Campbell, Starkey, i Cooper, 1994) d'acord amb les quals aquestes conductes infantils amb nombres petits es podrien explicar per l'aplicació de solucions basades en l'activitat de comptar. En opinió seva, els nens grans saben que el nombre es conserva per una sèrie de raons lògiques i algebraiques (no s'ha afegit ni tret res, es pot restaurar la correspondència un a un, etc.) i no perquè hagin comptat els objectes que hi ha en cada grup i comparat els nombres cardinals obtinguts.

3.3. Pensament matemàtic i desenvolupament cognitiu

3.3.1. El nen com a matemàtic: Gelman i Gallistel

Resulta gairebé impensable imaginar qualsevol escola occidental en què la matemàtica estigués absent, els nens no aprenguessin càlculs elementals i no hi hagués referències al nombre o a les formes geomètriques. Es pot pensar, no obstant això, que quan els petits arriben a l'escola ja coneixen molt més del sistema numèric del que les seves mestres suposen, una cosa semblant al que també passa amb la lectoescriptura. Tot això es deu, sens dubte, al fet que participen en situacions en què aquests instruments es manipulen i formen part del coneixement quotidià. Les imatges del vídeo que us oferim, *La lengua de las mariposas*, us ajudaran a comprendre-ho.



La lengua de las mariposas, de José Luis Cuerda (1999).

A nosaltres el vídeo ens ha suggerit les idees tan diferents que les persones adultes i també els nens poden tenir sobre per a què serveixen les matemàtiques o com s'han d'ensenyar. En aquestes escenes es revela, clarament, un concepte escolar del coneixement matemàtic. Potser saber matemàtiques consisteix únicament a fer comptes? És aquest l'únic àmbit en què es pot aplicar?

En aquest context molts investigadors es pregunten en quina mesura el pensament matemàtic i, més concretament, la comprensió del nombre constitueixen un domini de coneixement en què estan presents no solament mecanismes de caràcter general, com deia Piaget, sinó també específics.

Revisarem a continuació com el nombre ha estat considerat un domini de coneixement la comprensió del qual exigeix transcendir, tot i que no oblidar, les posicions de caràcter generalista que representen els treballs de Piaget o els més pròxims a l'innatisme de Gelman i Gallistel.

3.3.2. La construcció del nombre a partir de teories generalistes

Junt amb tots aquests treballs, cal citar, sens dubte, els que han portat a terme Gelman i els seus col·laboradors (Gelman i Meck, 1986; Gelman i Williams, 1998; Wellman i Gelman, 1998) que, des de posicions pròximes a plantejaments de caràcter innatista, aporten explicacions que contribueixen a entendre moltes de les conductes infantils relacionades amb la construcció del nombre. Un bon exemple d'això són els principis que, a parer seu, expliquen aquesta construcció.

Recurs interactiu només accessible al web.

WEB

Hem de tenir en compte, no obstant això, que també aquests treballs pròxims a posicions innatistes s'han criticat des de diferents enfocaments (Durkin, 1993; Fuson, 1988).

Reflexió

Penseu en el que us suggereix aquest exemple, que us ajudarà a comprendre aquestes crítiques:



Com us haureu adonat, **no podem oblidar el paper de les relacions socials per a comprendre per què i com es produeixen les primeres representacions infantils relacionades amb els nombres, que serien inseparables de l'ús de les paraules que designen nombres** i, per tant, del context en què aquestes paraules s'utilitzen. En aquest sentit, l'adquisició dels nombres sembla inseparable dels processos mitjançant els quals els nens aprenen noves paraules en interacció amb les persones adultes, que quan assenyalen un objecte, el solen anomenar.

També es poden donar unes altres interpretacions diferents de les habilitats numèriques infantils a les quals es refereixen Gelman i Gallistel. Per exemple, si ens fixem en el principi de correspondència un a un, s'adverteix que els **petits han de coordinar dos tipus de correspondències que no poden ser alienes al context social: d'una banda, entre la paraula i l'acció d'assenyalar i, de l'altra, entre el fet d'assenyalar i l'objecte.**

En suma, el significat i l'ús de les paraules que es refereixen al nombre estan estretament relacionades i s'han de entendre en el context de la situació que en determina l'ús.

3.3.3. L'alternativa des d'un model de dominis

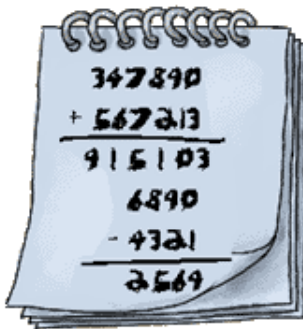
El que s'ha exposat fins ara, en relació amb l'adquisició i la utilització del número, ens fa pensar en la complexitat del problema al qual s'enfronta la psicologia. Treballs recents de Karmiloff-Smith (1992) contraposen la postura innatista al constructivisme piagetian en un intent de superar tots dos. La seva explicació es recolza en la seva **teoria de la redescrípció representacional**⁶.

(6) **redescripció representacional** f Procés mitjançant el qual s'expliquen les reconstruccions que les persones portem a terme des que es rep la informació fins que es converteix en coneixement.

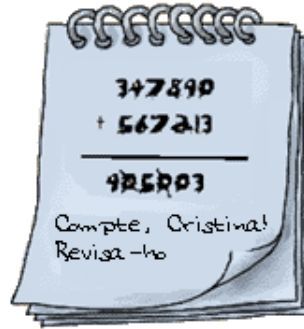
"Redescripció representacional" al·ludeix a un procés mitjançant el qual la informació que es troba implícita en la ment s'arriba a fer explícita, primer dins un domini i, posteriorment, a partir de diferents dominis.

Aquest procés representa tres fases recurrents:

Primera fase



Segona fase



7 8

(7) **1a. fase:** el nen se centra en les dades externes per crear addicions representacionals. S'associa a un nivell de **mestria conductual que no implica darrere seu un sistema representacional coherent**.

És a dir, el nen pot ser capaç de fer operacions de manera mecànica.

(8) **2a. fase:** el nen ja no es fixa solament en les dades externes, sinó en la dinàmica interna del sistema. Es produeixen dificultats que, segurament, donaran lloc a errors abans d'aconseguir la solució correcta. En el quadern del nen que apareix per a exemplificar aquesta fase observem que la professora, en observar els errors, podria haver escrit: "Compte, revisa-ho!".

Tercera fase



9

⁽⁹⁾ **3a. fase:** les representacions internes es concilien amb les dades externes i donen lloc a un equilibri entre el control intern i extern. En aquest cas, serà capaç de generalitzar el que coneix a noves situacions. Per exemple, el nen seria capaç d'utilitzar l'operació en contextos significatius.

Per exemple, una nena sap fer les operacions necessàries per descobrir quants fulls de paper han de comprar per fer un petit llibre que inclou els treballs de tots els nens de la seva classe.

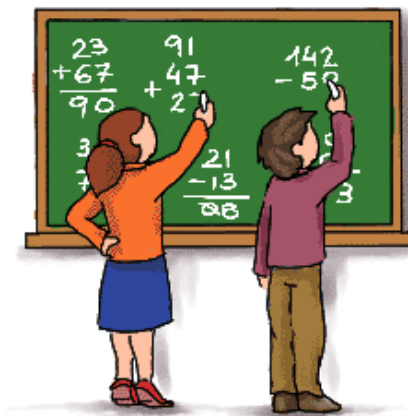
En suma, Karmiloff-Smith insisteix que el pensament matemàtic pot constituir un domini específic de coneixement.

3.3.4. Ensenyar matemàtiques: les aportacions de la ciència cognitiva

L'ensenyament de la matemàtica és potser un dels temes que desperta més interès entre els educadors i també entre els psicòlegs de l'educació.

Segurament aquestes imatges us suggeriran algunes idees.

Aprendre matemàtiques ?



Quines són, llavors, les matemàtiques que s'han d'ensenyar en el segle XXI? Però, sobretot, com es poden ensenyar? Ens atrevim a suggerir, almenys, dues idees.

- L'ensenyament de les matemàtiques no pot prescindir del fet que els estudiants d'avui es desentendran en el futur, almenys en les societats occidentals, en un món en què les innovacions tecnològiques estaran presents constantment.
- En segon lloc, el discurs relacionat amb el coneixement matemàtic no és unívoc. Serà necessari aconseguir que els aprenents siguin capaços de transferir els seus coneixements d'unes esferes a unes altres.

És clar que el model piagetian no és l'únic des del qual es pot proposar l'ensenyament de la matemàtica. La psicologia cognitiva també ha fet múltiples aportacions, i un bon exemple d'això són diferents publicacions relativament recents (Schoenfeld, 1994; Clarke, 2001; Cobb i Yackel, 1998; Cobb, Yackel, i McClain, 2000).

Quins aspectes específics permeten de diferenciar l'aproximació piagetiana de la que ofereix la ciència cognitiva?

Podem suposar, per exemple, que se situarà en primer pla el fet que estem davant una ciència de caràcter formal que s'expressa amb un llenguatge formal.

Nesher (1989), un autor que s'apropa a la problemàtica de la manera en què es poden ensenyar les matemàtiques des d'un enfocament cognitiu, fa aportacions interessants. Les preguntes que li serveixen de punt de partida es poden formular així:

Com es pot ensenyar als nens un llenguatge matemàtic? Com se'ls pot apropar a la noció de veritat que està present en aquesta ciència?

Aquest autor proposa dos models alternatius i val la pena, per la seva claredat, apropar-nos a les seves paraules.

Memoritzar?



"L'un és aprendre a memoritzar la veritat dels fets matemàtics tal com són presentats per un expert en el camp i, més tard, acudir a la memòria com a criteri de veritat d'una sentència donada" (Nesher, 1989, p. 193).

El problema que planteja aquest mètode és que l'ensenyament està unit a contextos autoritaris d'imposició del coneixement, que no permeten al nen de considerar la necessitat d'aconseguir la veritat com un objectiu en si mateixa.

És a dir, la veritat és un objectiu per si mateix en el procés d'aprenentatge de les matemàtiques i, per tant, és una cosa que va més enllà de la pura opinió o invenció del mestre.

Manipular?



"El segon consisteix en el fet que els mestres aporten al nen instruments de verificació de les sentències matemàtiques per mitjà de l'experimentació en un món concret (es pressuposa que ha de ser anàleg al món matemàtic)" (Nesher, 1989, p. 193).

Aquest mètode es recolza en l'ús de materials manipuladors com a instrument de verificació. El problema d'aquesta aproximació és que pot portar a la idea que la matemàtica és una ciència empírica.

Com es pot sortir del dilema?

Vegem com ell mateix planteja el dilema per proposar, posteriorment, una solució:

"Això sumaritza, de fet, el dilema de l'ensenyament de les matemàtiques en la infància, abans que el nen aconsegueixi l'estadi de les operacions formals. El nen no pot arribar a conclusions sobre la veritat de les sentències matemàtiques amb mètodes tan rigorosos com els que són aplicats per un matemàtic. Tot i que els matemàtics poden provar la veritat d'una sentència donada considerant la seva coherència en el conjunt del sistema matemàtic els nens no poden. Llavors, si el nen ha d'aconseguir algun coneixement sobre la veritat de les matemàtiques que no estigui basat en fonts d'autoritat, l'haurèm d'apropar a una teoria de la correspondència de la veritat més que a una teoria de la coherència" (Nesher, 1989, p. 193).

És important subratllar des del text dos aspectes:

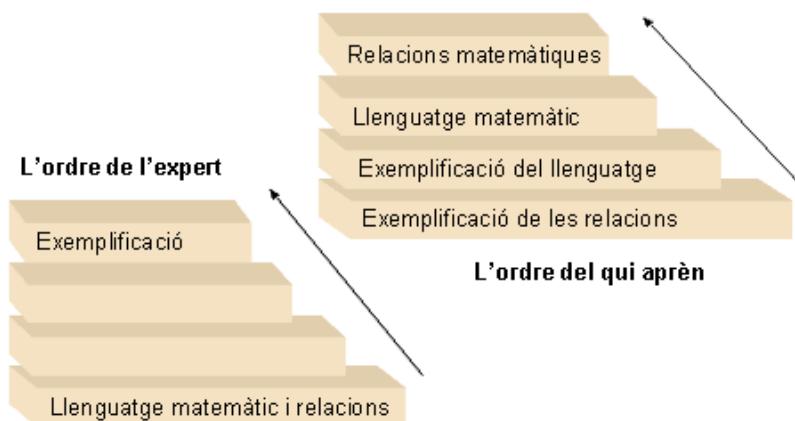
- No ha trencat amb una aproximació manipuladora que apropi el nen al coneixement matemàtic.
- El punt de partida, no obstant això, pressuposa plantejaments molt diferents del de Piaget, per a qui la matemàtica no es relaciona tant amb un determinat tipus de veritat com amb un conjunt d'estructures que permeten d'organitzar la comprensió del món. Ara no són les estructures, sinó

el llenguatge, el concepte nuclear i generador, entorn del qual s'organitza l'ensenyament.

La proposta concreta de Nesher (1989) es formula amb el que ell designa com un sistema d'aprenentatge.

Es proposen dos components: un component de coneixement i un component d'exemplificació d'aquest coneixement. Entre tots dos hi ha d'haver necessàriament una correspondència en què es facin evidents les relacions entre els objectes i les operacions.

Es tracta d'establir una correspondència entre dos llenguatges que descriuen el mateix fenomen. La figura permetrà de comprendre millor la seqüència del disseny de l'ensenyament.



Aprende matemàtiques

És important insistir que, per a establir la correspondència entre els dos components, l'èmfasi es posa en la configuració dels elements més que en la seva expressió en un llenguatge natural. Solament quan el nen hagi dominat el llenguatge matemàtic, podrà comprendre la correspondència entre llenguatges.

4. Aprendre a pensar científicament

4.1. Aprendre a pensar científicament

Com ens hem d'apropar al coneixement de la naturalesa? Segurament aquesta imatge us podrà suggerir alguna cosa.



Qui no recorda alguna vegada, durant la infància, en què hem mirat els eclipsis com ho fan els nens de la fotografia? Entre moltes altres coses, ens pot fer pensar que, per a apropar-nos a la naturalesa, podem utilitzar instruments, que d'una manera o una altra, es converteixen en mediadors i ens ofereixen imatges diferents.

En suma, hem de reconèixer que el coneixement dels fenòmens naturals depèn dels instruments i la perspectiva des de la qual s'observa. No hi ha dubte, a més, que les diferents teories que s'han succeït al llarg de la història per explicar-los també són perspectives.

Però concretant alguna cosa més i, sobretot, fixant-nos en la construcció del coneixement escolar, podem parlar de dues maneres diferents que se succeeixen al llarg del temps. Els eixos d'aquest canvi, el mateix que en una teoria del desenvolupament, són, d'una banda, els models generalistes i, de l'altra, les teories de dominis.

4.1.1. Novells intel·ligents: les teories generalistes

Les teories més antigues consideren que un estudiant construeix la seva intel·ligència a partir del domini de disciplines escolars.

Des d'aquest enfocament es podria suposar que les disciplines que s'ensenyen a les escoles contribuiran al desenvolupament i, sobretot, a l'enfortiment de la intel·ligència.

Durant els primers anys de la revolució cognitiva, les habilitats de caràcter general sembla que constitueixen el nucli de la intel·ligència humana.

Vegem, per exemple, quines estratègies poden ser útils per a aprendre física, o una altra ciència de la naturalesa, a partir d'un llibre de text (Bransford et al., 1986).

En uns altres aspectes, s'assenyala la importància d'habilitats metacognitives, que representen coneixement i control del procés d'aprenentatge:

- Conèixer les diferències entre comprendre i recordar el material i saber quines estratègies mentals s'utilitzen en cada cas.
- Habilitat per a reconèixer quines parts del text són difícils, la qual cosa es relaciona amb el punt en què calia començar la lectura i el temps que s'ha d'emprar.
- Fixar-se a l'atzar en problemes i exemples del text i intentar de resoldre'ls.
- Descobrir el que no es comprèn i buscar l'ajuda d'un expert.
- Saber determinar en quin moment les explicacions de l'expert resolen el problema.

Bransford i els seus col·legues també van analitzar les **diferències entre estudiants experts i novells**. Van mostrar que els novells intel·ligents utilitzaven moltes d'aquestes estratègies quan s'apropaven als continguts de la física.

Reflexió

Què us suggereix la fotografia?



4.1.2. Habilitats específiques i aprenentatge de la física

Però no sempre les investigacions han estat d'acord sobre el paper que tenen les estratègies generals d'aprenentatge en el context escolar.

A poc a poc, comença a sorgir la idea que l' escola també ha d'ensenyar habilitats de coneixement i processos de formació de representacions en dominis específics. Per exemple, serà diferent estudiar ciències naturals o socials, entre altres raons perquè ni els fenòmens es comprenen de la mateixa manera ni es poden observar utilitzant els mateixos recursos.

Ja durant els anys setanta, es comença a suggerir que aquestes habilitats de caràcter general no poden donar compte de les diferències entre experts i novells en qualsevol tipus de tasca.

Bruer (1993) s'aproxima, des d'aquest context, al problema de la transferència, que es resoldrà de manera diferent segons el model d'intel·ligència que s'accepti.

Es transfereixen habilitats de caràcter general? Han de ser específiques del domini?

Per exemple, en els primers moments de la revolució cognitiva, es tractava de trobar els mètodes que utilitzen els humans i la màquina per a resoldre problemes, els quals tenen un caràcter general. Podem recordar, per exemple, la importància de l'**anàlisi mitjans-fins** en els treballs més clàssics (per exemple, Newell i Simon, 1972). Des d'aquesta perspectiva, la transferència s'associa a processos i habilitats de caràcter general.

Però, què passa quan la concepció de la intel·ligència que es proposa està basada en la noció de domini? A partir des treballs de Siegler (1985), s'assenyala la importància d'identificar els **processos de codificació** que les persones poden utilitzar davant de problemes específics i dissenyar llavors mètodes instruccionals que els puguin ajudar a aconseguir-los:

"En altres paraules, el repte educatiu és identificar les representacions que volem que tinguin els estudiants en dominis específics i dissenyar mètodes i currículums per a ensenyar-los aquestes representacions" (Bruer, 1993, p. 63).

En qualsevol cas, Bruer assenyala una nova direcció, que tracta de fer compatible una teoria generalista amb un model de dominis i marcar, potser, un nou camí:

Reflexió

De nou, podeu reflexionar a partir de la fotografia:



"La nova síntesi suggereix que el domini específic de coneixement, les habilitats meta-cognitives i les estratègies generals són elements de la intel·ligència humana i de la consecució de l'expert" (Bruer, 1993, p. 77).

En suma, se supera, d'aquesta manera, la clàssica dicotomia entre habilitats de caràcter general i coneixements específics, que fa possible la generalització del que s'ha après.

4.2. El model de Stella Vosniadou



Heu pensat quines diferències hi ha entre observar el cel des d'un telescopi gegant o fer-ho directament una nit d'estiu?

Ens fixarem en alguns treballs que s'apropen a processos de coneixement situat.

Busquem un doble objectiu:

- Mostrar que el coneixement no és independent dels instruments que estan disponibles en una situació determinada.
- Explorar que les situacions no solament estan definides per la perspectiva dels qui hi participen directament, sinó també per les dels investigadors.

4.2.1. Buscant les teories ingènues

Stella Vosniadou (1994a) vol explorar les teories ingènues que les persones construeixen sobre el món, com s'hi produeix el canvi conceptual i com sorgeixen en relació amb dominis específics de coneixement.

Reflexió

Us heu interessat alguna vegada per la manera en què les persones arriben a construir les seves idees sobre la forma de la Terra o el moviment dels planetes?



Representació de l'univers segons Ptolomeu (segle II d.C.).

La Terra es troba al centre, envoltada per vuit esferes que transportaven la Lluna, el Sol, les estrelles i els cinc planetes coneguts en aquell temps: Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn. Els planetes es movien en cercles més petits encastrats en les seves respectives esferes per tal que es poguessin explicar les seves relativament complicades trajectòries celestes.

Veurem ara, seguint de prop els treballs de Stella Vosniadou (Vosniadou i Brewer, 1992; Vosniadou, 1994), els canvis que es produeixen en les representacions infantils relacionades amb la forma de la Terra. Explorarem com els nens evolucionen en les seves explicacions fins a apropar-se a les que són més pròpies de la nostra cultura i que, en definitiva, són les que aprenen a l'escola.

Explorarem també com la situació creada per la investigadora per a apropar-se al tema pot condicionar i, fins i tot, determinar els resultats obtinguts.

Ens fixarem en les entrevistes que, d'una manera molt similar a la manera en què ho feia Piaget, tracten de descobrir el model d'acord amb el qual es descriu la Terra com a planeta.

Es proposen dos tipus de preguntes:

- **Qüestions factuais**, que exigeixen als nens repetir la informació que han après en una situació d'instrucció. Donar respostes científicament correctes a aquestes preguntes no significa, segons l'opinió dels autors, que els nens hagin comprès el concepte que se'ls pregunta.
- **Qüestions generatives**, que enfronten el nen a fenòmens sobre els quals no té experiència ni ha rebut una instrucció explícita; no es poden respondre per simple recepció de la informació, sense que aquesta s'hagi assimilat. Tindrien un potencial més gran per a captar les estructures conceptuals.

No hi ha dubte que estem davant un tema difícil. La mostra més clara és que la humanitat ha tardat molts segles a fer una fotografia com la que us oferim.



Vegem ara com s'apropen Vosniadou i els seus col·laboradors als models infantils de l'univers.

Exemple

Fixem-nos en les respostes de Kris, una nena de primer grau davant de qüestions com les següents: podrieu arribar al final o al límit de la Terra? Té la Terra un final?

És important tenir en compte que, en la situació, els únics instruments mediadors per a generar les respostes de la nena són el llapis, el paper i les qüestions de l'entrevistadora.

E.: Com és la forma de la Terra?
Nena: Rodona.
E.: Em pots fer un dibuix i me l'ensenyas?
Nena: (dibuixa un cercle)
E.: Escolta, si tu caminessis i caminessis molts dies en línia recta, on acabaries?
Nena: Arribaria a una altra ciutat.

Fins aquest moment, les preguntes s'han mantingut en un pla que no sembla que plantegi a la nena excessius problemes quant a la falta de familiaritat dels temes que es plantegen.

Però la qüestió que s'introdueix a continuació és potser més complexa, tot i que menys habitual, llevat que pensem que ha tingut contacte amb problemes semblants mitjançant de pel·lícules o narracions habitualment conegudes com de ciència-ficció.

E.: Bé, i si continuessis caminant?
 Nena: A moltes ciutats, estats, i després si continuessis caminant fins aquí (la nena apunta amb el dit el límit del cercle que ha dibuixat) sortiries de la Terra.
 E.: Te n'aniries fora de la Terra?
 Nena: Sí, perquè si vas per aquest camí surts fora, i s'ha d'anar amb compte.
 E.: Cairies des del final de la Terra?
 Nena: Sí, si vas caminant fins al final, sí.
 E.: I on cairies?
 Nena: Cairies per aquesta punta si anessis caminant per aquí, cairies en altres planetes.

Veiem que la nena entén perfectament que fora de la Terra hi ha uns altres planetes, però les seves idees estan encara molt lluny del que es pot considerar un coneixement escolar correcte.

Vegem ara les conclusions dels autors a partir d'entrevistes com les que acabem d'exemplificar. Proposen un model que inclou una sèrie d'estadis. S'observa la presència de diferents teories, que l'autora agrupa en tres grans nivells.

Models inicials

En un moment inicial la Terra és considerada com un rectangle o un disc recolzada per forces que la sostenen i envoltada pel cel i els objectes solars; el model, ens diu l'autora, sembla que sorgeix de l'experiència quotidiana i seria aliè a qualsevol explicació de caràcter científic.

Contingut complementari

Els nens imaginem una superfície plana sobre la qual es desenvolupa la nostra vida.

Model sintètic

Una vegada superat el model anterior, els nens construeixen un altre tipus de models anomenats *sintètics*. Les explicacions que es generen des d'aquests models es recolzen tant en una experiència inicial com en idees acceptades culturalment.

En el context del nostre país, podem recordar que el planeta Terra, ja fa alguns anys, es definia en alguns llibres de text com una esfera plana en els seus pols.

Model científic

Solament després d'una evolució complexa de les idees i explicacions infantils, els nens es referirien a un model científic.



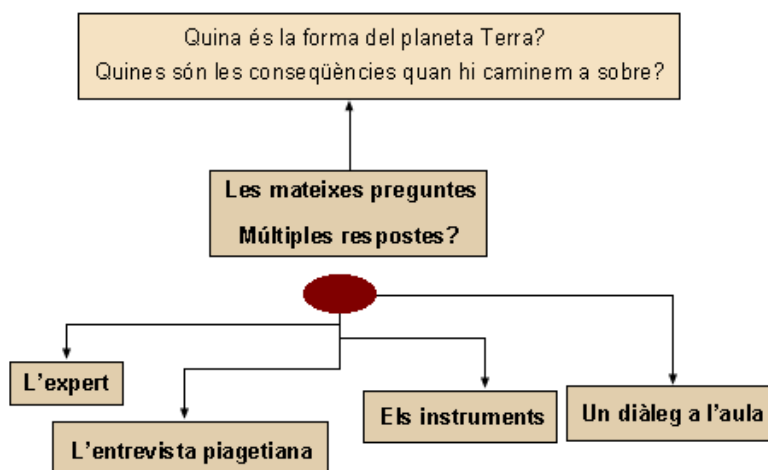
Què podem concloure a partir d'aquesta exposició? Segurament que els investigadors han dissenyat la situació segons els objectius que buscaven assolir. Els problemes tenen sentit, en principi, per a l'investigador, però, segurament, són poc significatius per al nen a qui es pregunta.

4.3. Explicacions contextuals del canvi conceptual

Fins a quin punt podem acceptar explicacions de l'univers independents del context en què es generen? No hi ha dubte que els treballs piagetians van apostar per una resposta afirmativa a aquesta qüestió. També explicacions més recents, per exemple les de Stella Vosniadou, han seguit la mateixa línia quan s'apropa al coneixement infantil sobre l'univers.

No obstant això, altres autors prefereixen explorar altres models que es fixen especialment en el context en què es genera el coneixement. Fixeu-vos en l'esquema que us oferim a continuació i en què aprofundirem.

Esquema



4.3.1. El model de l'expert

Vegem quina va ser l'explicació que va donar un expert davant la mateixa pregunta que Vosniadou i els seus col·laboradors plantejaven als nens. De manera informal, es van plantejar a un expert les qüestions següents:

- Per què no caiem fora del nostre planeta si realment estem situats en una de les seves vores?
- Per què veiem la Terra com una cosa plana si realment és rodona?

Aquestes són les raons que es donaven, sens dubte en un llenguatge col·loquial i adaptat a la situació en què se plantejaven les preguntes:

- Perquè hi ha la força de la gravetat que atrau els cossos al centre de la Terra.
- Per les dimensions de la Terra tenim aquesta sensació de seguretat que ens fa pensar que no "caurem".
- Per aquestes mateixes dimensions no tenim la sensació de ser a sobre o a sota.

Si ens detenim un moment a analitzar aquestes respostes, ens adonem immediatament que hi ha dues nocions presents en els models científics: **la gravetat**, que ens impedeix caure, i **les dimensions de la Terra**, que contribueixen a donar-nos una sensació de seguretat. Veiem que l'explicació se situa en un nivell més gran de generalitat i abstracció que les respostes infantils.

Pel que fa al caràcter situat de l'explicació anterior, podem descartar quatre aspectes.

Resulta especialment interessant, en qualsevol cas, comprovar que el nivell d'abstracció en l'explicació de l'expert és molt més gran quan se li va demanar que respongués per escrit a la mateixa pregunta que en el cas anterior. La seva contestació és un excel·lent exemple de com la resposta a una pregunta solament es pot entendre segons la situació en què es planteja.

Ara, fins i tot, es consulta un llibre de física per a proporcionar "la resposta correcta", que és aquesta:

"Tot cos situat sobre la superfície de la Terra és atret cap al seu centre amb una força (gravetat) que és directament proporcional al producte de les masses del cos i de la Terra, i inversament proporcional al quadrat de la distància que hi ha entre el cos i el centre de la Terra. En ser la massa del cos molt més petita que la de la Terra, es pot considerar que aquesta força depèn exclusivament de la massa i del radi de la Terra".

"No havent-hi cap altra massa que pugi exercir sobre el cos situat sobre la superfície de la Terra una atracció comparable a la que aquesta produeix, i considerant que la massa del cos i el radi de la Terra no varien segons ens trobem a l'hemisferi nord o sud, la força de la gravetat és idèntica en totes dues situacions, de manera que, independentment d'on ens trobem, la nostra sensació de seguretat i d'estabilitat (els peus sobre la Terra) és la mateixa".

- El fet de demanar una explicació escrita l'ha obligat a **buscar una precisió que no considerava necessària en el context col·loquial** d'una conversa oral. Ara és més conscient que no està en una situació realment quotidiana, en què es podria esperar una explicació d'acord amb el sentit comú.
- S'aporta una **explicació abstracta del fenomen** que es pot aplicar a qualsevol situació, com de fet se subratlla en el text escrit quan s'al·ludeix als dos hemisferis.
- Ens trobem davant una explicació que **va més enllà dels principis intuïtius i és analítica**.
- Aquest tipus d'explicacions és el que marca el **nivell més alt en la seqüència de teories** que aporten Vosniadou i els seus col·laboradors quan exploren el coneixement planetari dels subjectes.

En suma, la resposta de l'expert està donada segons el que la ciència considera habitualment un patró científic quant a construcció cultural occidental.

4.3.2. Una explicació contextual de la forma de la Terra

Un monogràfic molt recent de la revista *Human Development* ha examinat l'aproximació sociocultural al desenvolupament cognitiu. En aquest número s'inclou un excel·lent treball de Schoonultz i col·laboradors (2001), que prenen com a punt de partida les investigacions de Stella Vosniadou (1994; 1996) que hem examinat.

Els investigadors, en apropar-se al tema de la construcció conceptual, **s'han interessat per la manera en què es construeix l'objecte mateix de la investigació**. En el context del seu treball, aquests autors parteixen de la idea que el nostre coneixement sobre el que la gent pensa és indirecte i està mitjançat pel que diuen o per les seves accions. Per això és necessari analitzar a fons la situació en què aquest coneixement que es busca s'actualitza. **Es preocupen, a diferència de Vosniadou, per la situació mateixa de l'entrevista**.

És important tenir en compte que la relació és asimètrica i que els nens no tenen un domini clar de quines són les metes dels adults. A més, l'entrevista pot ser un exercici abstracte en què es planteja el discurs de manera institucional. Les qüestions no resulten fàcilment comprensibles.

4.3.3. L'entrevista: una situació mediada

La preparació i anàlisi de l'entrevista ha ocupat un lloc central en el treball de Schoultz i col·laboradors (2001), conscients que revela els seus pressupòsits en plantejar els problemes. A més, les respostes han estat analitzades pels investigadors com a indicadors de marcs alternatius o concepcions del món, als quals en cap cas no s'atribueix una possibilitat de generalització en abstracte i independentment de la situació. Per contra, aquestes respostes s'interpreten com a discursos estretament lligats a la situació concreta en què es plantegen les preguntes. En aquest punt, els investigadors fan una observació interessant.

Abans d'interpretar el que significa qualsevol afirmació, és necessari centrar-se en les interaccions orals com a pràctiques situades i tractar les afirmacions com a contribucions concretes a aquestes pràctiques discursives.



Els nens davant la bola del món

Reflexió

Quin paper té en les seves respostes aquest instrument cultural?

En aquest cas, les discussions es van portar a terme en presència d'una bola del món i introduint algunes qüestions que contextualitzaven la situació, per exemple: Saps què és això (la bola del món)? Saps on és Suècia? Què indiquen les zones blaves, verdes o marrons?

Els resultats d'aquesta investigació van ser absolutament diferents dels de Vosniadou.

Tots els nens reconeixen l'objecte que hi ha davant seu. La connexió entre la bola del món i la Terra es produeix, a més, de manera espontània.

Vegem una entrevista que es porta a terme amb una nena de segon grau.

E.: Què és això?
Nena: És una bola del món.
E.: I això què és?
Nena: És on veus tots els països, Itàlia, el Japó i tot això.
E.: I això existeix normalment?
Nena: Sí... Suècia i tots els països.

L'entrevista continua de la mateixa manera i els autors mostren que per a la nena la bola del món és una clara imatge de la Terra. Solament hi va haver dos nens en el grup que van mostrar una certa incertesa (per exemple, Eric, un nen de primer grau).

E.: És la Terra, això?
Nen: Sí, potser.
E.: No n'estàs segur?
Nen: Mai no he vist la Terra. He vist solament algunes fotografies molt petites. Tinc un atlas, però no l'he vist mai.
E.: No, no hi ha gaire gent que l'hagi vist així. On creus tu que hauríem d'estar si la volquéssim veure d'aquesta manera?
Nen: Potser a la Lluna.
E.: Sí, penso que sí. Creus tu que la Terra s'assembla a això?
Nen: Com, rodona? Sí, crec que sí.

El problema que el nen sembla que es planteja, d'acord amb els autors, és si la Terra és esfèrica. Cap nen entrevistat no introdueix cap altre model diferent del fet que la Terra sigui rodona i tampoc no sembla que tinguin problemes en relació amb aquesta idea.

En aquest context, un tema molt interessant és com aborden els nens el tema que els qui viuen a l'hemisferi sud "no caiguin". Vegem les seves respostes. L'entrevistada ara és la Cecília, una nena de segon grau.

E.: Poden viure les persones en qualsevol part del món?
 Nena: Al mar, no.
 E.: En algun altre lloc és difícil viure?
 Nena: On hi ha guerres.
 E.: Pot viure la gent a l'Argentina? (assenyalant la bola del món)
 Nena: Sí.
 E.: I a Austràlia?
 Nena: Sí.
 E.: No és una mica estrany que puguin viure en aquest costat de la Terra?
 Nena: No, perquè allà no hi ha amunt ni avall.

Els autors interpreten aquestes situacions insistint en el fet que les respostes a les preguntes plantejades per l'entrevistador depenen de la situació. Progressivament, en augmentar en edat, els nens es referien a algun tipus d'explicació, entre d'altres, la gravetat.

Quan els autors es pregunten per què difereixen els resultats de tots dos estudis al·ludeixen a múltiples raons:

- La presència del globus, les circumstàncies concretes de l'entrevista, la naturalesa de les preguntes i alguns altres aspectes concrets de la situació.
- Una diferència important és que en un cas l'entrevista es considera un instrument metodològic i en l'altre, una pràctica social concreta.
- Es reconeix que les respostes donades en el treball de Vosniadou es plantegen en una situació en què s'exigeix un nivell d'abstracció més gran.
- Segons la seva opinió, la bola del món introdueix un nou element en la discussió que dona peu a un nou context.

4.3.4. Un enfocament etnogràfic

En un intent de continuar aprofundint en el problema de la naturalesa situada del coneixement, ens referirem ara als comentaris a aquest treball, fets per Antonia Candela (2001) i publicats en el volum citat. Les seves reflexions, davant aquests estudis, parteixen de les seves pròpies dades, que es relacionen amb converses sobre els mateixos temes, però preses des d'una perspectiva etnogràfica i, per tant, en una situació natural que en aquest cas correspon a una aula.



Escenes escolars

Candela coincideix en el seu enfocament teòric amb els autors i assumeix els principis següents:

- El discurs és una activitat situada que permet d'analitzar les respostes verbals dels nens mitjançant la seqüencialitat dels torns i, a més, en termes de relacions amb els enunciats anteriors i posteriors.
- Accepta també que el procés d'aprenentatge significatiu depèn no solament del desenvolupament cognitiu dels subjectes i de les seves idees prèvies, sinó també del context social interactiu en què es produeix.
- S'assumeix també que el discurs situat depèn de la presència d'objectes físics que contribueixen a suggerir al nen certes respostes.

L'autora, segons ella mateixa ens diu, té un doble objectiu:

- Aportar exemples de la dependència contextual de les concepcions que tenen de la Terra els nens de deu a onze anys; en aquest cas es tracta d'una situació de classe i l'autora insisteix que es tracta d'un context quotidià.

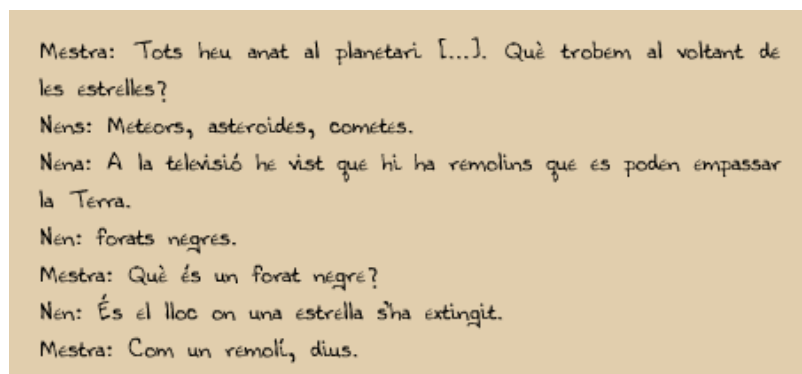
- Moltes respostes dels nens sobre les seves concepcions del sistema solar, de la forma i dinàmica de la Terra, no depenen solament de factors contextuals. Moltes, obtingudes en els conceptes més diversos, revelen una gran similitud i en aquest sentit podrien ser independents del context interactiu.

Compararem ara algunes de les respostes que aporta l'autora.

Descripció de la classe

La classe es mou organitzada per la professora, però els nens introdueixen les seves opinions. En la descripció de l'autora hi ha diferents fases, que ens permetem d'interpretar. La primera part és una introducció al tema. Els nens parlaran del sistema solar. La professora recorda què en saben perquè han visitat el planetari. La professora vol fer significatiu el coneixement sobre el qual treballaran.

En aquest context introdueix la seva pregunta:



Observem, sobretot, que els nens tenen les seves pròpies idees, que procedeixen de les més diferents fonts, en aquest cas de la televisió. La dinàmica de la classe és fluïda i els nens que hi participen són molts.

En una nova fase de la classe, la mestra treballa amb els nens sobre el moviment de rotació i translació entorn del Sol dels planetes, que ells mateixos representen movent-se a la classe. **En un moment donat, una nena planteja una qüestió que ens permet d'establir comparacions amb el que han mostrat les investigacions anteriors.**

Nena: Per què no caiem?
 Mestra: Vegem, qui sap la resposta?
 Nen: Perquè hi ha una força magnètica que ens empèny cap avall.
 Nena: Però, què subjecta la Terra?
 Nena: Perquè genera aire quan gira i l'aire la sosté (la nena repeteix l'explicació davant el grup per suggeriment de la mestra).
 Nen: Hi ha una força magnètica que ens empèny cap avall.
 Nen: És com si estiguéssim lligats a la Lluna.
 Mestra: Quin és el nom d'aquesta força?
 Nen: La gravetat.
 Mestra: És a tot l'espai?
 Nen: Però la gravetat no pot subjectar la Terra perquè és en si mateixa.
 Mestra: La Gabriela diu que no caiem perquè quan gira no ens permet anar-nos-en fora.
 Nen: Com vas dir hi ha gravetat a tot l'espai i la subjecta com una força magnètica.
 Nens: Perquè és una força que atrau.

El que és interessant és que aquesta interacció està guiada per una lògica diferent de les que s'han produït abans. Les respostes estan guiades per un model implícit de gravetat en què està present la idea d'empènyer cap avall. Aspectes especialment interessants són els següents:

- La idea que "la Terra està sostinguda perquè genera aire". El nen té un concepte de gravetat en un context interplanetari.
- Els estudiants al·ludeixen també a l'atracció entre la Lluna i la Terra. En aquest cas, el que preval és la idea d'atracció entre cossos pesats.

En síntesi, hi ha complexitat d'analitzar processos de construcció de coneixement quan no solament es considera el fet de conèixer, sinó també la situació en què aquests processos tenen lloc o aquella en què s'expressa i actualitza el coneixement.

Per a portar a terme aquestes anàlisis, no es poden oblidar diferents elements:

- El significat que els participants atribueixen a la situació i que sembla que està marcat, almenys en gran manera, pels instruments culturals que mitjancen aquesta relació, entesos en el més ampli sentit de la paraula. Podem pensar, per exemple, en el paper que porta a terme la bola del món en l'entrevista o el context institucional de l'aula per a donar lloc a unes respostes o unes altres.

- El model que l'investigador projecta sobre la situació. Habitualment està carregat també d'un fort component cultural, marcat en aquest cas pels models conceptuals que aporta la ciència occidental.
- El paper de la interacció social, que en aquest cas es revela tant en les entrevistes com en la conversa que es manté en el grup de classe, quan es tracta d'aportar explicacions que s'emmarquen en el coneixement escolar o científic.

Resum

- Tradicionalment la cultura escolar s'ha relacionat amb el maneig de codis simbòlics que exigeixen un aprenentatge. Aquests codis permeten de "reconstruir" la realitat, interpretar-la i transformar-la.
- Entre els codis simbòlics més rellevants en la cultura occidental ens hem apropiat a l'escriptura i la matemàtica.
- La llengua escrita, d'acord amb les aportacions de Vygotsky, representa una reconstrucció i, al seu torn, un control del discurs oral. Diferents models expliquen la construcció d'aquest tipus de discurs. La psicologia cognitiva s'apropa al procés d'escriure entenent-lo en relació amb els processos de resolució de problemes. Per la seva banda, la psicologia sociocultural ha considerat l'escriptura com un fenomen immers en contextos socials i culturals en què és un instrument que contribueix, junt amb d'altres, que els individus aconseguixin les seves metes.
- Pel que fa a la matemàtica, com es fa present en el context escolar, el seu aprenentatge està unit a l'ús de llenguatges formals que prescindeixen de les dimensions espaciotemporals de la realitat.
- Ens hem ocupat, finalment, de la construcció escolar del coneixement relacionat amb les ciències de la naturalesa a partir dels treballs de Stela Vosniadou i dels altres autors que exploren la formació de conceptes científics i les seves relacions amb el context en què s'adquireixen. Recordem, per exemple, el paper que tenen els instruments culturals en aquest procés de construcció o el fet d'aprendre qüestions relacionades amb el moviment dels planetes utilitzant una bola del món o no.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- Bransford, J., Sherwood, R., Vye, N. i Rieser, J. (1986). Teaching thinking and problem solving: research foundations. *American Psychologist*, 41(10), 1078-1089.
- Bruer, J. T. (1993). *Schools for thought. A science of learning in the classroom*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bunge, M. (1973). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Editorial Siglo Veinte.
- Candela, A. (2001). Earthly Talk. *Human Development*, 44(2-3), 119-125.
- Clarke, D. (Ed.). (2001). *Perspectives on practice and meaning in mathematics and science classrooms*. Dordrecht, Països Baixos: Kluwer Academic Press.
- Cobb, P. i Yackel, E. (1998). A constructivist perspective on the culture of mathematics classroom. A F. Seeger, J. Voigt i U. Waschescio (Eds.), *The culture of mathematics classroom*. Nova York: Cambridge University Press.
- Cobb, P., Yackel, E. i McClain, K. (Eds.). (2000). *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms. perspectives on discourse, tools, desing, and instructional desing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cole, M. (1996). *Cultural Psychology. A once and future discipline*. Mambridge, MA: Harvard University Press.
- Donaldson, M. (1978). *Children's minds*. Nova York: Norton.
- Engeström, Y. (1993). Developmental studies of work as a testbench of activity theory: The case of a primary care medical practice. A S. Chaiklin i J. Lave (Eds.), *Understanding practice. Perspectives on activity and context* (pp. 64-103). Nova York: Cambridge University Press.
- Gee, J. P. (1991). What is literacy? A C. Mitchell i K. Weiler (Eds.), *Revrting literacy. Culture and the discourse of the other* (pp. 3-13). Toronto: OISE Press.
- Gee, J. P. (1996). *Social Linguistics and literacies. Ideology in discourses*. Londres: Taylor & Francis.
- Gee, J. P. (1999). *An introduction to discourse analysis. Theory and method*. Londres i Nova York: Routledge.
- Gelman, R. i Meck, E. (1986). The notion of principle: The case off counting. A J. Hiebert (Ed.), *The relationship between procedural and conceptual competence* (pp. 29-57). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gelman, R. i Williams, E. M. (1998). Enabling constraints for cognitive development and learning: domain specificity and epigenesis. A D. Kukn i R. S. Siegler (Eds.), *Cognition, Perception and Language*. (Vol. 2, pp. 575-630). Nova York: Wiley.
- Hedegaard, M. (1998). Situated learning and cognition: Theoretical learning and cognition. *Mind, Culture, and Activit: An International Journal*, 5(2), 114-126.
- Hempel, C. G. (1969). Sobre la naturaleza de la verdad mateameatica. A J. R. Newman (Ed.), *Matemática, verdad, realidad* (pp. 12-32). Barcelona: Hipótesis i Grijalbo.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science* (Trad. cast.1994. *Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perpectiva del desarrollo*. Madrid: Alianza). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Laboratory of Comparative Human Cognition (1983). Culture and cognition development. A W. Kessen (Ed.), *History, theory, and methods, vol. 1 of P. H. Mussen (Ed.), Hanbook of child psychology*. Nova York: Wiley.
- Nesher, P. (1989). Microworlds in mathematical education: a pedagogical realism. A L. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* (Vol. Lawrence Erlbaum Associates, pp. 187-216). Hillsdale, N.J.
- Newell, A. i Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Pea, R. D. (1993). Distributed intelligence and designs for education. A G. Salomon (Ed.), *Distributed cognition. Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Piaget, J. (1970). *L'Epistémologie Génétique. (Trasl. The principles of genetic epistemology. London: Routledge & Kegan Paul, 1972; La epistemología genética. Madrid Editorial debate, 1986)*. París: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. i Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant (Trad. castellana 1969 La psicología del niño. Madrid: Morata)*. París: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. i Szeminska, A. (1941/1967). *La génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Rivas, M. (1997). *Què vols de mi, amor?* Barcelona: Proa.
- Rivière, Á. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza Psicología-Minor.
- Schoenfeld, A. H. (1994). *Mathematical thinking and problem solving*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schooultz, J., Säljo, R. i Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk: Discourse, artifacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44(2-3), 103-118.
- Siegler, R. S. (1981). Developmental sequences within and between concepts. *Monographs on the Society for Research in Child Development*, 46(whole, 189).
- Siegler, R. S. (1987). Strategy choices in subtraction. A J. Sloboda i D. Rogers (Eds.), *Cognitive process in mathematics* (pp. 81-106). Oxford: Oxford University Press.
- Tollefsrud-Anderson, L., Campbell, R. L., Starkey, P. i Cooper, R. G. (1994). Number conservation: Distinguishing quantifier from operator solutions. A C. Meljac i J. Bideaud (Eds.), *Pathways to number*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-71.
- Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and Instruction. *Learning and Instruction*, 6(2), 95-109.
- Vosniadou, S. i Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vygotsky, L. (1934/87). *Thought and Language. Newly revised and edited by Alex Kozulin*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1978/1986). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes* (Ed. by M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, E. Souberman). Harvard, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language. Newly revised and edited by Alex Kozulin*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Wellman, H. M. i Gelman, S. A. (1998). Knowledge acquisition in foundation domains. A D. Kuhn i R. S. Siegler (Eds.), *Cognition, Perception and Language*. (Vol. 2, pp. 523-574). Nova York: Wiley.