

09 Documents

Marc conceptual per a l'avaluació PISA 2006

El document és la traducció de *The PISA 2006 Assessment Framework (Science, Reading and Mathematics)*, publicat per l'OCDE el 2006.

Traducció de l'anglès: Montserrat Martín Enrile

© Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu
Departament d'Educació
Generalitat de Catalunya

Barcelona, març 2007

ÍNDEX

PRÒLEG	6
INTRODUCCIÓ A L'AVALUACIÓ PISA 2006	
Visió general.....	7
Característiques bàsiques de PISA 2006.....	10
Originalitat del projecte PISA.....	12
Visió general del que s'avalua en cada àmbit de coneixement.....	13
Com es portarà a terme l'avaluació el 2006 i com es divulgaran els resultats.....	16
Els qüestionaris de context i la seva utilització.....	17
Desenvolupament col·laboratiu de PISA i marcs conceptuals per a l'avaluació.....	18
CAPÍTOL 1. LA COMPETÈNCIA CIENTÍFICA	
Introducció.....	21
Definició de l'àmbit de coneixement.....	23
Organització de l'àmbit.....	27
Situacions i context.....	29
Exemple 1: ATRAPAR L'ASSASSÍ.....	31
Competències científiques.....	32
Identificar temes científics	
Explicar els fenòmens científicament	
Utilitzar les proves científiques	
Exemple 2: LA MALÀRIA.....	35
Coneixement científic.....	36
Coneixement de les ciències	
Coneixement sobre les ciències	
Exemple 3: ESTUDI SOBRE LA LLET ESCOLAR.....	39
Actituds envers les ciències.....	40
Avaluació de la competència científica.....	43
Característiques de la prova d'avaluació	
Exemple 4: LA MALÀRIA (Puntuació de la pregunta 1).....	45
Exemple 5: ATRAPAR L'ASSASSÍ (Ítem actitudinal).....	46
Estructura de l'avaluació en ciències.....	46
Escala de presentació.....	48
Resum.....	50
Exemples addicionals.....	51
AIGUA POTABLE.....	52
CÀRIES DENTAL.....	59
TREBALL CALORÓS.....	65
VEROLA DELS RATOLINS.....	68
EL COMPORTAMENT DEL PUNXOSET.....	72
FUMAR TABAC.....	78
LA LLUM DE LES ESTRELLES.....	83
ULTRASONS.....	85
VERNÍS DE LLAVIS.....	90
EVOLUCIÓ.....	94
LA MASSA DEL PA.....	99

EL TRÀNSIT DE VENUS.....	105
RISC PER A LA SALUT?.....	109
EL CATALITZADOR.....	113
CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL.....	117
GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA.....	123

CAPÍTOL 2. LA COMPETÈNCIA EN COMPRESIÓ LECTORA

Definició de l'àmbit de coneixement.....	130
Format del text.....	131
Textos continus.....	131
Textos discontinus.....	132
Característiques de les proves	134
Cinc processos (aspectes).....	134
Tipus de pregunta.....	139
Puntuació.....	140
Situacions.....	141
Presentació dels resultats.....	142
Escala per a les proves de competència en comprensió lectora.....	142
Presentació dels resultats.....	143
Elaboració d'un mapa d'ítems.....	145
Nivells de competència en comprensió lectora.....	146
Interpretació dels nivells de competència en comprensió lectora.....	151
Exemples d'ítems de comprensió lectora.....	153
LES SABATILLES.....	154
ELS ANIMALS DEL LLAC TXAD.....	156
PINTADES.....	158
Resum.....	160

CAPÍTOL 3. LA COMPETÈNCIA EN MATEMÀTIQUES

Definició de l'àmbit de coneixement.....	161
Base teòrica del marc de PISA per a l'avaluació de les matemàtiques.....	163
Organització de l'àmbit de coneixement.....	170
Situacions o contextos.....	173
El contingut matemàtic: Les quatre subdimensions.....	175
Espai i forma.....	176
Canvi i relacions.....	179
Quantitat.....	183
Incertesa.....	187
Processos matemàtics.....	190
La matematització.....	190
Les competències.....	192
Els grups de competència.....	194
El grup de reproducció.....	194
El grup de connexions.....	197
El grup de reflexió.....	200

Classificació dels exercicis segons el grup de competència.....	205
Avaluació de la competència matemàtica.....	206
Característiques de les proves.....	206
Estructura de l'avaluació.....	211
Presentació dels resultats de matemàtiques.....	212
Materials i eines de suport.....	213
Resum.....	214
BIBLIOGRAFIA.....	215
GRUPS D'EXPERTS.....	218

PRÒLEG

El Projecte Internacional per a la Producció d'Indicadors de Rendiment de l'Alumnat de l'OCDE (PISA), creat el 1997, representa el compromís dels governs dels estats membres de l'OCDE per tal de fer un seguiment dels resultats d'aprenentatge dels sistemes educatius en relació amb els rendiments dels estudiants, dins d'un marc internacional comú. PISA és, sobretot, un esforç de col·laboració que reuneix el saber fer científic dels països participants i està dirigit conjuntament pels seus governs basant-se en interessos polítics compartits. Els països participants s'encarreguen dels aspectes del projecte relacionats amb les polítiques educatives. Els experts dels països participants també formen part de grups de treball que s'encarreguen d'unir els objectius polítics de PISA amb els coneixements tècnics i de contingut més avançats en l'àmbit de l'avaluació comparativa internacional. Gràcies al fet de participar en aquests grups d'experts, els països s'asseguren que els instruments d'avaluació de PISA són vàlids internacionalment, que tenen en compte el context curricular i cultural de cadascun dels estats membres de l'OCDE, que tenen propietats de mesura fortes i que posen l'èmfasi en l'autenticitat i en la validesa educatives.

PISA 2006 representa una continuació de l'estratègia de dades adoptada el 1997 pels països de l'OCDE. Els àmbits avaluats continuen essent els mateixos que el 2000 i 2003, tot i que la competència científica és ara l'àmbit principal. L'avaluació es portarà a terme a través del marc revisat. El marc per a la competència lectora continua essent paral·lel al de les avaluacions de 2000 i 2003 i el marc de les competències matemàtiques continua essent paral·lel a l'avaluació de 2003, que es presenten respectivament en les publicacions *Measuring Student Knowledge and Skill – A New Framework for Assessment* (OCDE, 1999) i *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills* (OCDE, 2003).

De forma similar, aquesta nova publicació, *Marc conceptual per a l'avaluació PISA 2006*, presenta els principis que guien l'avaluació PISA 2006, descrita en funció dels continguts que els estudiants necessiten adquirir, el processos que necessiten portar-se a terme i els contextos en els quals s'apliquen aquests coneixements i habilitats. A més, il·lustra els àmbits d'avaluació amb una gamma de tasques mostra. Aquestes han estat desenvolupades per un grup d'experts sota la direcció de Raymond Adams, Ross Turner, Barry McCrae i Juliette Mendelovits, membres del Consell Australià d'Investigació Educativa (ACER, Australian Council for Educational Research). El grup d'experts en ciències el va dirigir Rodger Bybee, de l'Estudi Curricular de Ciència Biològica dels Estats Units. El grup d'experts de matemàtiques el va dirigir Jan de Lange, de la Universitat d'Utrecht d'Holanda i el grup d'experts en competència lectora el va presidir Irwin Kirsch, del Servei de Prova Educativa de Princeton fins a l'octubre de 2005. Després d'aquesta data, John de Jong, dels Serveis de Prova Lingüística d'Holanda, va esdevenir-ne el president. Els membres dels grups d'experts estan llistats al final d'aquesta publicació. Els marcs també han estat revisats pels grups d'experts de cadascun dels països participants.

INTRODUCCIÓ A L'AVALUACIÓ PISA 2006

Visió general

El Projecte Internacional per a la Producció d'Indicadors de Rendiment de l'Alumnat (PISA) és un esforç de col·laboració portat a terme per tots els països membres de l'OCDE i un nombre de països no-membres per tal de mesurar fins a quin punt l'alumnat de 15 anys està preparat per enfrontar-se als reptes que pot trobar en la vida futura. S'han escollit els 15 anys perquè en la majoria dels països de l'OCDE, l'alumnat d'aquesta edat s'acosta al final de l'escolarització obligatòria, per la qual cosa amb una avaluació feta en aquest moment es pot obtenir un cert mesurament del coneixement, de les habilitats i de les actituds acumulades durant aproximadament deu anys d'educació. L'avaluació PISA adopta un enfocament ampli per avaluar el coneixement, les habilitats i les actituds que reflecteixen els canvis actuals en el currículum, va més enllà d'un enfocament basat en l'escola i es dirigeix cap a l'ús del coneixement en les tasques i reptes diaris. Les habilitats adquirides posen de manifest la capacitat de l'alumnat per continuar aprenent durant tota la seva vida, per aplicar allò que ha après en l'entorn escolar i no-escolar, per avaluar les seves eleccions i per prendre les seves decisions. L'avaluació, dirigida conjuntament pels governs participants, uneix les preocupacions de política educativa dels països participants amb l'aplicació de coneixements científics tant a nivell nacional com internacional.

PISA combina l'avaluació d'àrees cognitives d'un àmbit específic, com ara la competència lectora, les matemàtiques i les ciències amb les avaluacions de l'entorn familiar, les actituds de l'alumnat envers l'aprenentatge, la percepció que tenen de l'entorn d'aprenentatge i la seva familiaritat amb els ordinadors. Una gran prioritat a PISA 2006 és la innovadora avaluació de l'actitud de l'alumnat envers la ciència, ja que preguntes sobre aquest tema es contextualitzaran dins de la part cognitiva de la prova. El fet d'apropar els ítems actitudinals a les preguntes cognitives permet situar aquestes preguntes en àrees específiques, centrant-se en l'interès en la ciència i en el suport de l'alumnat per a la recerca científica. Els resultats acadèmics de l'alumnat s'associen llavors amb els factors de context.

PISA es basa en: i) forts mecanismes de control de qualitat per a la traducció, la mostra i l'administració de tests; ii) mesures per aconseguir amplitud cultural i lingüística en els materials d'avaluació, en particular a través de la participació dels països en els processos de desenvolupament i revisió per a la producció dels ítems; i iii) tecnologia i metodologia punta per al tractament de dades. La combinació d'aquestes mesures produeix instruments de gran qualitat i resultats amb alts nivells de validesa i fiabilitat per tal de millorar la comprensió dels sistemes educatius així com dels coneixements de l'alumnat, les seves habilitats i actituds.

PISA es basa en un model dinàmic d'aprenentatge en el qual els nous coneixements i les noves habilitats necessaris per a una adaptació positiva davant un món canviant s'adquireixen durant tota la vida. PISA se centra en

aquelles coses que els joves de 15 anys necessitaran en el futur i pretén avaluar què poden fer amb allò que han après. L'avaluació té en compte el denominador comú dels currículums nacionals, però no s'hi basa només. Per tant, alhora que avalua els coneixements de l'alumnat, PISA també examina la seva habilitat per reflexionar i per aplicar els seus coneixements i experiències a situacions del món real. Per exemple, per tal de comprendre i valorar les recomanacions científiques sobre la seguretat alimentària, un adult no només necessitarà algunes dades bàsiques sobre la composició dels nutrients, sinó que també haurà de ser capaç d'aplicar aquesta informació. El terme "competència" s'utilitza per condensar aquest concepte més ampli de coneixement i habilitats.

PISA està dissenyat per recollir informació durant cicles de tres anys. Presenta dades sobre la competència lectora, matemàtica i científica de l'alumnat, de les escoles i dels països, ofereix informació sobre els factors que influeixen el desenvolupament de les habilitats i actituds a casa i a l'escola, examina com interactuen aquests factors i quines són les implicacions per al desenvolupament de les polítiques educatives.

Aquesta publicació presenta el marc conceptual que serveix de base per a les avaluacions de PISA 2006. Inclou un marc re-desenvolupat i expandit per a la competència científica, que incorpora un component innovador en l'avaluació de l'actitud de l'alumnat envers la ciència, i els marcs per a l'avaluació de la comprensió lectora i de les matemàtiques. En cada àmbit, el marc defineix els continguts que l'alumnat necessita adquirir, els processos que necessita portar a terme i els contextos en els quals s'aplicarà el coneixement i les habilitats. Finalment, il·lustra cada àmbit de coneixement i els seus aspectes amb diversos exemples.

Esquema 1. Què és PISA?**Un resum de les característiques bàsiques****Principis**

- Una avaluació internacional estandarditzada que ha estat desenvolupada conjuntament pels països participants i administrada a alumnat de 15 anys integrats en el sistema educatiu.
- Un estudi implementat en 43 països en el primer cicle (32 en el 2000 i 11 en el 2002), 41 països en el segon cicle (2003) i 56 en el tercer cicle (2006).
- Per regla general s'examinen entre 4.500 i 10.000 alumnes per país.

Contingut

- PISA 2006 cobreix els àmbits de la competència lectora, matemàtica i científica no tant en termes de domini del currículum escolar sinó en termes de coneixement i habilitats importants i necessàries en la vida adulta.
- Es posa l'èmfasi en el domini dels processos, la comprensió dels conceptes i l'habilitat per funcionar en diverses situacions dins de cada àmbit de coneixement.

Mètodes

- S'utilitzen proves per escrit, de paper i llapis, que duren un total de dues hores per a cada alumne/a.
- Els ítems de les proves són una barreja d'ítems d'elecció múltiple i de preguntes obertes. S'organitzen en grups basats en un text que planteja una situació de la vida real.
- La durada total de les proves és d'aproximadament 390 minuts, durant els quals diferents alumnes responen a diferents combinacions d'ítems.
- L'alumnat contesta un qüestionari de context, que triga uns 30 minuts en completar-se i que ofereix informació sobre l'alumnat i el seu entorn familiar. Els directors dels centres contesten un qüestionari d'aproximadament 20 minuts sobre el seu centre.

Cicle d'avaluació

- L'avaluació es fa cada tres anys dins d'un pla estratègic que s'estén fins al 2015.
- Cada un d'aquests cicles analitza en profunditat un àmbit "principal", al qual se li destinen dos terços del temps de la prova; de cadascun dels altres àmbits s'ofereix un perfil resumit d'habilitats. Els àmbits principals han estat la capacitat lectora el 2000, la capacitat matemàtica el 2003 i la capacitat científica el 2006.

Resultats

- Un perfil bàsic de coneixements i de capacitats de l'alumnat de 15 anys.

- Indicadors contextuals que relacionen els resultats de l'alumnat amb les característiques de l'alumnat i dels centres educatius. L'èmfasi de 2006 també se situarà en avaluar l'actitud de l'alumnat envers la ciència.
- Indicadors de tendència que mostren com evolucionen els resultats en el temps.
- Una base de coneixement valuosa per a l'anàlisi i la recerca de les polítiques educatives.

Característiques bàsiques de PISA 2006

PISA 2006 és el tercer cicle d'una estratègia de recollida de dades definida el 1997 pels països participants. Les publicacions *Measuring Student Knowledge and Skills – A New Framework for Assessment* (OCDE, 1999) i *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills* (OEDE, 2003) presenten el marc conceptual que va servir de base als dos primers cicles de PISA. Els resultats d'aquests cicles es van presentar en les publicacions *Knowledge and Skills for Life – First Results from PISA 2000* (OCDE, 2001), i *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003* (OCDE, 2004)¹ i permeten als legisladors nacionals comparar els resultats dels seus sistemes educatius amb els dels altres països. De forma similar als cicles previs, l'avaluació de 2006 cobreix els àmbits de la competència lectora, matemàtica i científica, amb una atenció especial en la competència científica. L'alumnat també respon a un qüestionari de context, i es recull informació addicional dels equips directius dels centres educatius. Cinquanta-sis països i regions, incloent-hi els 30 països membre de l'OCDE, participen en l'avaluació PISA 2006.

Atès que l'objectiu de PISA és avaluar el rendiment acumulat dels sistemes educatius en una edat en la qual l'educació obligatòria encara és àmpliament universal, les proves se centren en l'alumnat de 15 anys integrats en programes educatius d'àmbit escolar o de formació professional. Entre 5.000 i 10.000 alumnes d'un mínim de 150 centres educatius faran les proves en cada país, cosa que donarà una mostra base significativa, a partir de la qual es podran desglossar els resultats d'acord amb una sèrie de característiques de l'alumnat.

L'objectiu principal de l'avaluació PISA és determinar quin és el grau d'adquisició dels joves d'aquesta àmplia gamma de coneixements i habilitats en competència lectora, matemàtica i científica que necessitaran en la vida adulta. L'avaluació de les competències curriculars transversals continua sent una part integral del PISA 2006. Les principals raons per utilitzar aquest tipus d'enfocament ampli són les següents:

- Malgrat el fet que l'adquisició de coneixements específics és important en l'aprenentatge escolar, l'aplicació d'aquest coneixement en la vida adulta depèn de forma crucial de l'adquisició de conceptes i habilitats més amplis. Pel que fa a les *ciències*, tenir un coneixement específic,

¹ Aquestes publicacions es poden trobar a www.pisa.oecd.org.

com ara els noms de les plantes o animals, té menys valor que entendre temes generals com ara el consum d'energia, la biodiversitat o la salut humana si pensem en els temes de debat de la comunitat adulta. En *comprensió lectora*, la capacitat per desenvolupar interpretacions de material escrit i reflexionar sobre el contingut i la qualitat del text són habilitats centrals. En *matemàtiques*, ser capaç de raonar quantitativament i representar relacions o dependències és més positiu que l'habilitat de contestar preguntes habituals d'un llibre de text quan es tracta de desplegar habilitats matemàtiques en la vida diària.

- En un context internacional, centrar-se en el contingut del currículum restringiria l'atenció als elements curriculars comuns a tots o a la majoria de països. Això forçaria molts compromisos i donaria com a resultat una avaluació massa limitada per poder ser útil a aquells governs que volguessin aprendre sobre els punts forts i les innovacions dels sistemes educatius d'altres països.
- És essencial que l'alumnat desenvolupi certes habilitats àmplies i generals. Això inclou comunicació, adaptabilitat, flexibilitat, resolució de problemes i l'ús de les tecnologies de la informació. Aquestes habilitats es desenvolupen en diferents àrees del currículum i la seva avaluació requereix un enfocament transversal ampli.

PISA no és només una avaluació transnacional de competència lectora, matemàtica i científica de l'alumnat de 15 anys. És també un projecte permanent que, a llarg termini, portarà al desenvolupament d'un corpus d'informació que contribuirà a supervisar les tendències en el coneixement i les habilitats de l'alumnat en diferents països així com en els diferents subgrups demogràfics de cada país. En cada cicle s'analitzarà en profunditat un àmbit de coneixement, que ocuparà gairebé dos terços del temps total de la prova. En el 2000, l'àmbit principal va ser la *competència en comprensió lectora*; en el 2003, va ser la *competència matemàtica* i en el 2006 és la *competència científica*. Això oferirà en cada àmbit una anàlisi detallada del rendiment de l'alumnat cada nou anys i una anàlisi de tendència cada tres.

De forma similar als cicles previs PISA, el temps total destinat a les proves de PISA 2006 per a cada alumne/a serà de dues hores, però la informació s'obté d'un conjunt d'ítems que es responen en aproximadament 390 minuts. El conjunt total de preguntes es presenta en 13 quaderns. Cada quadern serà contestat per un nombre suficient d'alumnes per tal que es puguin fer les estimacions apropiades dels nivells de rendiment en tots els ítems per part de l'alumnat de cada país i per part dels subgrups rellevants dins de cada país (com ara nois i noies, alumnat de diferents estrats socials i econòmics). Els estudiants també destinaran 30 minuts a contestar les preguntes d'un qüestionari de context.

L'avaluació PISA proporciona tres grans tipus de resultats:

- *indicadors bàsics*, que ofereixen un perfil bàsic dels coneixements i de les habilitats de l'alumnat;

- *indicadors contextuais*, que mostren com aquestes habilitats es relacionen amb importants variables demogràfiques, socials, econòmiques i educatives;
- *indicadors de tendències*, derivats del caràcter continuat de la recollida de dades i que mostren els canvis produïts en els resultats i la seva distribució, i en les relacions entre els nivells dels resultats de l'alumnat i les variables de context d'aquest alumnat.

Tot i que els indicadors són mitjans adequats per cridar l'atenció sobre temes importants, normalment no són capaços d'oferir respostes a preguntes de política educativa. Per tant, PISA ha desenvolupat un pla d'anàlisi orientat a temes de política educativa que va més enllà de la informació proporcionada pels indicadors obtinguts.

Originalitat del projecte PISA

PISA no és el primer estudi comparatiu internacional. Se n'han portat a terme d'altres en els últims 40 anys, sobretot desenvolupats per la *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA, Associació Internacional per a l'Avaluació del Rendiment Educatiu) i per l'*Education Testing Service's International Assessment of Educational Progress* (IAEP, Associació Internacional per a l'Avaluació del Progrés Educatiu del Servei d'Avaluació Educativa).

És important remarcar que aquests estudis s'han centrat en els resultats vinculats directament amb el currículum i que, a més, només s'han tingut en compte aquelles parts del currículum que són essencialment comunes en tots els països participants. Els aspectes del currículum propis d'un sol país o d'un petit grup de països no es van incloure en les avaluacions, independentment de la importància d'aquesta part del currículum per als països en qüestió.

L'enfocament de l'estudi PISA és diferent en diversos aspectes:

- El seu *origen*: parteix d'una iniciativa presa pels governs, als interessos de política educativa dels quals es dirigeixen els resultats.
- La seva *regularitat*: el compromís per cobrir diferents àmbits d'avaluació amb actualitzacions cada tres anys permet als països efectuar un seguiment regular i previsible dels progressos fets per assolir els objectius claus de l'aprenentatge.
- El *grup d'edat estudiat*: avaluar els joves al final de l'escolarització obligatòria dona indicacions útils sobre el rendiment dels sistemes escolars. La majoria dels joves dels països de l'OCDE continuarà la seva educació més enllà dels 15 anys, que és l'edat normalment propera al final del període inicial de l'escolarització bàsica en la qual tots els joves segueixen un currículum pràcticament comú. Per tant, en aquest nivell, és útil determinar el grau d'adquisició dels coneixements i habilitats que

els ajudaran en el futur, incloent-hi les opcions específiques d'aprenentatge que anys més tard poden escollir.

- El *coneixement i les habilitats avaluades*: no es defineixen a través d'un comú denominador de currículum escolar nacional sinó en termes de quines habilitats demostraran ser essencials en el futur. Aquesta és la característica més fonamental de PISA. Els currículums escolars tradicionalment es creen en termes de grups d'informació i tècniques que s'han de dominar. Tradicionalment se centren menys, dins de les àrees del currículum, en les habilitats que s'han de desenvolupar en cada àmbit per tal d'usar-les en la vida adulta. Se centren encara més en competències més generals, desenvolupades a través del currículum, per solucionar problemes i aplicar idees i comprendre les situacions de la vida quotidiana. PISA no exclou el coneixement i la comprensió basats en el currículum, però avalua bàsicament l'adquisició de conceptes i habilitats més àmplies que permeten aplicar el coneixement. A més, PISA no es veu limitada pel denominador comú d'allò que s'ensenya específicament en les escoles dels països participants.

Aquest èmfasi en avaluar en funció del grau d'assoliment i de conceptes àmplis és particularment significatiu a la llum de la preocupació de les nacions per desenvolupar el capital humà, que l'OCDE defineix com:

“el coneixement, les habilitats, les competències i altres atributs dels individus que són rellevants per al benestar personal, social i econòmic”.

Les estimacions de capital humà s'han obtingut, en el millor dels casos, utilitzant indicadors com ara el nivell d'educació completat. Quan l'interès en el capital humà s'estén fins a incloure atributs que permeten una participació social i democràtica total en la vida adulta i que equipen la gent per convertir-se en “aprenents de per vida”, la inadequació d'aquests indicadors es fa encara més evident.

Mitjançant l'avaluació directa dels coneixements i de les habilitats prop del final de l'escolarització bàsica, PISA examina el grau de preparació dels joves per a la vida adulta i, fins a cert punt, l'efectivitat dels sistemes educatius. La seva ambició és la d'avaluar el rendiment en relació amb els objectius subjacents dels sistemes educatius (tal i com els defineix la societat) i no en relació amb l'ensenyament i l'aprenentatge d'un grup de coneixement. Aquest enfocament del rendiment educatiu és necessari si es vol fomentar que les escoles i els sistemes educatius se centrin en els reptes que planteja la societat moderna.

Visió general del que s'avalua en cada àmbit de coneixement

El quadre 1.1 presenta una definició dels quatre àmbits avaluats a PISA 2006. Totes les definicions posen èmfasi en el coneixement i les habilitats funcionals que permeten participar activament en la societat. Aquesta

participació no es limita a ser simplement capaç de portar a terme tasques imposades externament com, per exemple, les que un empresari pugui exigir a un empleat. També significa estar equipat per prendre part en els processos de presa de decisions. En les tasques més complexes de PISA, es demanarà a l'alumnat que reflexioni sobre el material i l'avaluï, i no només que contesti a les preguntes que tenen una única resposta "correcta".

Quadre 1.1 Definicions dels àmbits de coneixement

Competència científica: Es refereix al coneixement científic de l'alumnat i a la utilització d'aquest coneixement per identificar preguntes, adquirir nou coneixement, explicar fenòmens científics i extreure conclusions basades en les proves sobre temes relacionats amb la ciència. També comporta entendre les característiques de la ciència entesa com una forma de coneixement i recerca humans, la percepció de com la ciència i la tecnologia donen forma al nostre entorn material, intel·lectual i cultural, i la voluntat d'implicar-se en temes relacionats amb la ciència, i amb les idees de la ciència, com a ciutadà/ana que reflexiona.

Competència lectora: Capacitat de l'alumnat per entendre, utilitzar i reflexionar sobre textos escrits per tal d'arribar als objectius propis, per desenvolupar el coneixement i el potencial propis i participar en la societat.

Competència matemàtica: Capacitat de l'alumnat per identificar i entendre el paper que tenen les matemàtiques en el món, per fer judicis ben fonamentats i utilitzar les matemàtiques per tal de cobrir les necessitats de la pròpia vida com a ciutadà/ana constructiu, implicat i reflexiu.

La **competència científica** (desenvolupada en el capítol 1) es defineix com l'habilitat d'utilitzar el coneixement i els processos científics no només per entendre el món natural sinó per participar en decisions que l'afecten. La competència científica s'avalua en relació amb:

- Els *coneixements o conceptes científics*, que constitueixen el vincle que ajuda a entendre fenòmens relacionats. A PISA, tot i que els conceptes són els habituals relacionats amb la física, la química, la biologia o les ciències de la Terra i de l'espai, s'han d'aplicar al contingut de les preguntes i no han de ser només memoritzats.
- Els *processos científics*, centrats en l'habilitat per adquirir, interpretar i actuar d'acord amb les evidències. Aquests tres processos presents en PISA es relacionen amb: *i)* descriure, explicar i predir fenòmens científics, *ii)* entendre la recerca científica, i *iii)* interpretar les proves i les conclusions científiques.

- Les *situacions científiques o contextos científics* en els quals s'apliquen els coneixements científics i els processos científics. El marc identifica tres àrees principals d'aplicació: les ciències en la vida i la salut, les ciències en la Terra i el medi ambient, i les ciències en la tecnologia.

La **competència lectora** (desenvolupada en el capítol 2) es defineix en termes de la capacitat de l'alumnat per entendre, utilitzar i analitzar textos escrits per tal d'aconseguir els propis objectius. Aquest aspecte de la competència ja es va establir de forma adient en estudis previs com ara el *International Adult Literacy Survey* (IALS, Estudi Internacional de la Competència en Comprensió Lectora de la Població Adulta), però PISA va més enllà amb la introducció d'un element "actiu": la capacitat no només d'entendre el text sinó de reflexionar-hi a partir dels pensaments i les experiències propis. La competència lectora s'avalua en relació amb:

- El *format del text*. Sovint les avaluacions sobre lectura de l'alumnat s'han centrat en *textos continus*, és a dir, en prosa organitzada en frases i paràgrafs. PISA introduirà, a més, *textos discontinus* que presenten la informació d'altres maneres, com ara llistes, formularis, gràfiques o diagrames. També distingirà entre una gamma de formes de prosa, com ara la narració, l'exposició i l'argumentació. Aquestes distincions es basen en el principi que els individus es trobaran amb una gran varietat de material escrit en la vida laboral adulta (p. ex.: sol·licituds, formularis, anuncis), de manera que no n'hi ha prou amb ser capaços de llegir un nombre limitat de tipus de text que es troben típicament dins de l'aula.
- Els *processos de comprensió lectora (aspectes)*. No s'avaluarà l'alumnat en les competències lectores més bàsiques, ja que s'assumeix que la majoria de l'alumnat de 15 anys ja les haurà adquirides. En lloc d'això, haurà de demostrar la seva competència recopilant informació, formant-se una idea general del text, interpretant-lo, reflexionant sobre el seu contingut i sobre la seva forma i característiques.
- La *situació*, definida per l'ús per al qual està destinat el text. Per exemple, una novel·la, una carta personal o una biografia s'escriuen per a ús personal; els documents oficials o anuncis es fan per a ús públic; un manual o un informe és per a ús ocupacional; i un llibre de text o full de treball per a ús educatiu. Atès que alguns grups tindran millors resultats en una situació lectora que en una altra, és desitjable incloure una varietat de tipus de lectura en les preguntes de l'avaluació.

La **competència matemàtica** (desenvolupada en el capítol 3) fa referència a l'habilitat de l'alumnat per analitzar, raonar i comunicar idees de forma efectiva quan plantegen, formulen, solucionen i interpreten problemes matemàtics en diferents situacions. La competència matemàtica s'avalua en relació amb:

- El *contingut matemàtic*, definit principalment en termes de quatre "subdimensions" (*quantitat, espai i forma, canvi i relacions, i incertesa*) i

només secundàriament en relació amb les "línies curriculars" (com ara els nombres, l'àlgebra i la geometria).

- Els *processos matemàtics* els quals es defineixen per les competències matemàtiques generals. Aquestes inclouen l'ús del llenguatge matemàtic, la construcció de models i les habilitats de resolució de problemes. Aquestes capacitats, tanmateix, no es poden separar en diferents preguntes d'avaluació i, per tant, s'assumeix que es necessitaran un cert nombre de competències per portar a terme qualsevol tasca matemàtica donada. Més aviat, les preguntes s'organitzen en termes de "grups de competències" que defineixen el tipus d'habilitat de pensament necessària per resoldre-les.
- Les *situacions* en les quals s'utilitzen les matemàtiques, determinades a partir de la distància a la qual es troben dels estudiants. El marc identifica cinc situacions: personal, educativa, ocupacional, pública i científica.

Com es portarà a terme l'avaluació el 2006 i com es divulgaran els resultats

De forma similar a les avaluacions prèvies de PISA, l'avaluació de 2006 s'aplicarà mitjançant instruments de paper i llapis per raons de factibilitat. L'avaluació inclou una varietat de tipus de preguntes. Algunes requereixen que l'alumnat seleccioni o produeixi respostes senzilles que es poden comparar directament amb una única resposta correcta, com ara preguntes d'elecció múltiple o preguntes de resposta tancada. Aquestes preguntes tenen una resposta correcta o incorrecta i sovint avaluen habilitats bàsiques. N'hi ha d'altres que són més creatives i que requereixen que l'alumnat desenvolupi les pròpies respostes. Aquestes preguntes estan dissenyades per mesurar constructes més generals que aquells que recullen estudis de caire més tradicional. Permeten un ventall més ampli de respostes acceptables i un sistema de puntuació més complex que inclou respostes parcialment correctes.

La competència en l'estudi PISA s'avalua a través d'unitats que consisteixen en un estímul (p. ex: text, taula, gràfica, xifres, etc.) seguit d'un nombre de tasques associades amb aquest estímul comú. Aquesta és una característica important, atès que permet que les preguntes aprofundeixin més en el tema que si cada pregunta introduís un context totalment nou. D'aquesta manera, l'alumnat té més temps per assimilar el material, que es pot emprar per avaluar aspectes múltiples de rendiment.

Els resultats de PISA es van presentar utilitzant escales amb una puntuació mitjana de 500 i una desviació típica de 100 per als tres àmbits, cosa que significa que dos terços de l'alumnat dels països de l'OCDE han obtingut resultats entre 400 i 600 punts. Aquests resultats representen graus d'assoliment en un aspecte particular de competència. Atès que la competència lectora era l'àmbit principal en el 2000, les escales de lectura es van dividir en cinc nivells de coneixement i habilitats. El principal avantatge d'aquesta aproximació és que descriu allò que l'alumnat pot fer associant les tasques amb

els nivells de dificultat. A més, els resultats també es presenten en tres subescales de lectura: extreure informació, interpretar textos, i reflexionar i avaluar. També hi ha disponible una escala de competència per a la competència matemàtica i la científica, però sense nivells que posessin de manifest la limitació de les dades per als àmbits menors. PISA 2003 va seguir el mateix enfocament especificant sis nivells de competència per a l'escala de competència matemàtica. Hi havia quatre subescales de competència matemàtica: espai i forma, canvi i relacions, quantitat i incertesa. L'avaluació de la competència científica serà similar a les anteriors i també presentarà resultats en diferents àrees. PISA 2003 va oferir la primera oportunitat de presentar resultats de tendència per a la competència lectora, la matemàtica i la científica i els resultats de PISA 2006 oferiran més informació per a aquesta anàlisi.

Els qüestionaris de context i la seva utilització

Per recollir la informació de context, PISA demana a l'alumnat i als directors i directores dels centres educatius que responguin a qüestionaris de context d'una durada d'aproximadament 30 minuts. Aquests qüestionaris² són centrals per a l'anàlisi de resultats en funció del tipus d'alumnat i de les característiques dels centres.

Els qüestionaris recullen informació sobre:

- l'alumnat i l'entorn familiar, incloent-hi el capital econòmic, social i cultural;
- les característiques de la vida de l'alumnat, com ara l'actitud envers l'ensenyament, els seus hàbits i el seu estil de vida dins de l'escola i en l'entorn familiar;
- les característiques dels centres educatius, com ara la qualitat dels recursos humans i materials del centre, el control i finançament públic o privat, els processos de presa de decisions i les polítiques de dotació de personal;
- el context educatiu, incloent-hi les estructures institucionals i els tipus, la dimensió de les classes i el nivell d'implicació paterna i materna;
- les estratègies d'aprenentatge autoregulat, les preferències motivacionals i les orientacions d'objectius, els mecanismes de cognició autorelacionats, les estratègies de control d'acció, les preferències per diferents tipus de situacions d'aprenentatge, els estils d'aprenentatge i les habilitats socials necessàries per a l'aprenentatge cooperatiu o competitiu;

² Els qüestionaris de PISA 2000 s'obtenen a www.pisa.oecd.org.

les característiques de l'aprenentatge i de la instrucció en l'àmbit de les ciències, incloent-hi la motivació de l'alumnat, el compromís i la confiança amb les ciències, i l'impacte de les estratègies d'aprenentatge en els resultats en relació amb l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències.

S'ofereixen dos qüestionaris addicionals com a opcions internacionals:

- Un *qüestionari sobre la familiaritat amb els ordinadors* que se centra en: *i)* disponibilitat i utilització de les tecnologies de la informació (TIC), incloent-hi el lloc on s'utilitzen més les TIC i el tipus d'ús que se'n fa; *ii)* la confiança i les actituds envers les TIC, incloent-hi la autoeficàcia i les actituds cap als ordinadors; i *iii)* aprendre l'entorn de les TIC, centrant-se en on ha après l'alumnat a utilitzar els ordinadors i Internet. L'OCDE va publicar un informe a partir de l'anàlisi de la informació recollida mitjançant aquest qüestionari el 2003, *Are Students Ready for a Technology-Rich World?: What PISA Studies Tell Us* (OCDE, 2005).
- Un *qüestionari per a pares i mares* centrat en un nombre de temes incloent-hi les activitats científiques passades de l'alumnat, les opinions dels pares i mares sobre l'escola, les opinions dels pares i mares sobre la ciència en els plans professionals de l'alumnat i la necessitat de coneixement i habilitats científics en el mercat laboral, les opinions dels pares i mares sobre les ciències i el medi ambient, el cost dels serveis educatius i, finalment, l'educació i ocupació dels pares i mares.

La informació de context recollida mitjançant els qüestionaris de l'alumnat i del centre educatiu inclou només una part de la quantitat total d'informació disponible per a PISA. Els resultats dels indicadors que descriuen l'estructura general dels sistemes educatius (els contextos demogràfic i econòmic: per exemple, costos, contractació, característiques de l'escola i del professorat, i alguns processos dins de l'aula) i el seu efecte en el mercat laboral ja es desenvolupen i s'apliquen habitualment per part de l'OCDE.

Desenvolupament col·laboratiu de PISA i marcs conceptuals per a l'avaluació

PISA representa un esforç de col·laboració entre els governs dels països membres de l'OCDE per tal d'oferir un nou tipus d'avaluació del rendiment de l'alumnat de manera periòdica. Les avaluacions es desenvolupen de manera cooperativa, s'acorden entre els països participants, i s'implementen a través de les organitzacions nacionals. La cooperació constructiva d'alumnat, professorat i directores dels centres participants ha estat crucial per a l'èxit de PISA durant tots els estadis de desenvolupament i implementació.

La *Junta de Govern de PISA*, formada per representants polítics de totes les nacions, determina les prioritats polítiques de PISA dins del marc dels objectius de l'OCDE i supervisa l'observança d'aquestes prioritats durant la implementació del programa. Això inclou establir les prioritats per al desenvolupament dels indicadors, per a la preparació dels instruments

d'avaluació i per a la publicació dels resultats. Els experts dels països participants col·laboren també en grups de treball encarregats de vincular els objectius de política educativa de PISA amb els coneixements tècnics més avançats internacionalment sobre els diferents àmbits d'avaluació. Gràcies a la participació d'aquests grups d'experts, els països s'asseguren que els instruments són internacionalment vàlids i tenen en compte els contextos cultural i educatiu dels estats membres de l'OCDE. També s'asseguren que els materials d'avaluació tinguin propietats fortes de mesura, i que els instruments emfatitzen l'autenticitat i la validesa educativa.

Els països participants implementen PISA a nivell nacional, a través dels Coordinadors Nacionals de Projecte (CNP), subjectes als procediments administratius acordats. Els Coordinadors Nacionals de Projecte tenen un paper clau a l'hora d'assegurar una implementació d'alta qualitat, i de verificar i avaluar els resultats de l'estudi, de les anàlisis, dels informes i de les publicacions.

El disseny i la implementació dels estudis, dins del marc establert per la Junta de Països Participants, és responsabilitat del *consorci internacional* liderat pel Consell Australià d'Investigació Educativa (ACER en les seves sigles angleses). Altres socis del consorci inclouen l'Institut Nacional Holandès d'Investigació Educativa (CITO) als Països Baixos, el WESTAT i el Servei d'Avaluació Educativa (ETS) als Estats Units, i l'Institut d'Investigació sobre Política Educativa (NIER) al Japó.

La Secretaria de l'OCDE té la responsabilitat de gestió global del programa, controla el dia a dia de la implementació, actua com a secretaria de la Junta de Govern de PISA, crea consens entre els països i serveix d'interlocutor entre la Junta de Govern de PISA i el consorci internacional encarregat de la realització pràctica del projecte. La Secretaria de l'OCDE també és responsable de la producció dels indicadors, i de l'anàlisi i preparació dels informes internacionals en cooperació amb el consorci de PISA, i en consulta estreta amb els països membres tant a nivell polític (Junta de Govern de PISA) com d'implementació (Coordinadors Nacionals de Projecte).

El desenvolupament dels marcs conceptuals de PISA ha estat un esforç continu des que es va crear el programa el 1997. Es pot descriure com una seqüència dels passos següents:

- elaboració d'una definició de treball per a l'àmbit d'avaluació i la descripció de les assumpcions subjacents a aquesta definició;
- valoració de com organitzar les tasques construïdes per tal d'informar als legisladors i investigadors sobre el rendiment escolar en un àmbit; identificació de les característiques clau que s'han de tenir en compte a l'hora de construir exercicis d'avaluació per a ús internacional;
- operativitat de les característiques clau que s'empraran en la construcció dels proves, amb definicions basades en la bibliografia existent i en l'experiència en la realització d'altres avaluacions a gran escala;

- validació de les variables i valoració de la contribució que cadascuna d'elles en la dificultat de l'exercici en els diversos països participants;
- preparació d'un esquema interpretatiu per als resultats.

Tot i que el principal benefici de construir i validar un marc per a cada àmbit és un mesurament millorat, existeixen altres beneficis potencials:

- Un marc conceptual ofereix un llenguatge i un vehicle comú per discutir l'objectiu de l'avaluació i allò que s'intenta mesurar. Aquesta discussió potencia el desenvolupament d'un consens sobre el marc conceptual i els objectius del mesurament.
- Una anàlisi dels tipus de coneixement i d'habilitats associades amb el rendiment òptim ofereix una base per a l'establiment d'estàndards o nivells d'assoliment. A mesura que la comprensió d'allò que es mesura i la habilitat per interpretar els resultats a partir d'una escala concreta evoluciona, es pot desenvolupar també una base empírica per comunicar un conjunt més ric d'informació als diferents tipus de públic als quals es dirigeix el projecte.
- La identificació i comprensió de les variables particulars subjacents al rendiment òptim, incrementa la capacitat per avaluar allò que s'està mesurant i realitzar canvis en l'avaluació al llarg del temps.

La comprensió d'allò que s'està mesurant i la seva connexió amb allò que diem de l'alumnat ofereix un vincle important entre la política educativa pública, l'avaluació i la recerca, cosa que, a més, millora la utilitat de les dades recollides.

CAPÍTOL 1: LA COMPETÈNCIA CIENTÍFICA

Introducció

Per la seva condició d'àrea d'avaluació prioritària, la *competència científica* té una rellevància especial en PISA 2006. Com que és la primera vegada que l'esmentada competència s'avalua de manera tan detallada, l'àrea ha experimentat un intents procés de reelaboració des de l'estudi de 2003, la qual cosa comporta una interpretació més àmplia de la matèria objecte d'avaluació. Això implica no només fer una descripció més minuciosa de la competència científica, sinó també una important innovació en l'enfocament de l'avaluació, que repercutirà en el conjunt de PISA en el futur. Per primera vegada s'inclouen en l'estudi principal una sèrie de preguntes d'actitud en l'avaluació dels coneixements i les habilitats cognitives. Portar a terme una investigació que permeti determinar en quina mesura les qüestions que es plantegen en la prova d'avaluació desperten l'interès de l'alumnat contribueix a enfortir l'avaluació d'una sèrie d'elements relatius a l'actitud i a la motivació que seran importants en el futur compromís amb la ciència. En les proves PISA anteriors, les preguntes referides a aquests aspectes s'inclouïen en un qüestionari independent on es preguntava d'una manera més general sobre l'interès i la motivació.

La comprensió de les ciències i de la tecnologia és fonamental perquè una persona jove estigui "preparada per a la vida" en la societat moderna. Permet que un individu participi plenament en una societat en la qual les ciències i la tecnologia tenen un paper central. Aquesta comprensió també permet als individus participar de forma apropiada en la determinació de la política pública relativa a aquelles matèries científiques o tecnològiques que tenen un impacte en les seves vides. En definitiva, la comprensió de les ciències i de la tecnologia contribueix significativament en la vida personal, social, professional i cultural de totes les persones.

Una gran proporció de les situacions, dels problemes i dels temes amb què els individus topen en les seves vides diàries requereix una certa comprensió de les ciències i de la tecnologia abans de poder-los apreciar, entendre i tractar. Les persones s'enfronten a qüestions que tenen un component científic o tecnològic tant a nivell comunitari, nacional i fins i tot global, de manera que s'hauria d'animar els líders polítics a preguntar-se fins a quin grau els individus dels seus respectius països estan preparats per enfrontar-se a aquests temes. Potser la pregunta més important és: com respon a aquestes temes l'alumnat de 15 anys? Una resposta a aquesta pregunta ofereix un indicador anticipat sobre com l'individu respondrà més endavant en la seva vida a la sèrie de situacions quotidianes que impliquen la presència de les ciències i la tecnologia.

Com a base per a una avaluació internacional de joves de 15 anys, sembla raonable preguntar-se: *Què és important que els ciutadans sàpiguin, valorin i siguin capaços de fer en situacions que impliquen ciències i tecnologia?* Contestar aquesta pregunta marca les bases per a una avaluació d'allò que l'alumnat de 15 anys hauria de saber, valorar i ser capaç de fer en

situacions que impliquen ciències i tecnologia. Per respondre correctament és essencial conèixer les competències que hi ha en el nucli de la definició de PISA 2006 de competència científica. Com l'alumnat: *Identifica els temes científics, explica fenòmens científicament i utilitza l'evidència científica?* Aquestes competències requereixen que l'alumnat demostrï coneixement, habilitats cognitives i actituds, valors i motivacions a l'hora d'enfrontar-se i respondre a temes relacionats amb les ciències.

El tema d'identificar allò que els ciutadans haurien de saber, valorar i ser capaços de fer en situacions que impliquen ciències i tecnologia sembla fàcil i directe. Tractar aquest tema obre els camps de la competència científica, però també indica un qualificatiu: ciutadans. Com a ciutadans, quin *coneixement* és el més apropiat? Una resposta a aquesta pregunta inclou conceptes bàsics de les disciplines científiques, però aquest coneixement s'ha *d'utilitzar* en els contextos que cada individu es troba en la vida diària. A més, la gent sovint es troba en situacions que requereixen una certa comprensió de les ciències com a procés que produeix coneixement i proposa explicacions sobre el món natural.³ A més, els ciutadans haurien de ser conscients de les relacions complementàries que hi ha entre ciències i tecnologia, i com les tecnologies basades en la ciència dominen i tenen influència en la naturalesa de la vida moderna.

Què és important que els ciutadans *valorin* sobre la ciència i la tecnologia? La resposta hauria d'incloure el paper i la contribució en la societat de les ciències i de la tecnologia basada en la ciència, així com la seva importància en molts contextos personals, socials i globals. De la mateixa manera, sembla raonable esperar que els individus tinguin interès en les ciències, que recolzin el procés de recerca científica i que actuïn de manera responsable envers els recursos naturals i el medi ambient.

Quines activitats relacionades amb les ciències és important que els individus siguin capaços de *fer*? Sovint, la gent ha d'extreure les conclusions apropiades a partir de les proves i de la informació que se li dóna; ha d'avaluar les queixes fetes per altres basant-se en les proves presentades i ha d'extreure una opinió personal basada en les afirmacions fonamentades en les proves. Sovint, les proves implicades són científiques, però les ciències tenen un paper més general també, ja que estan relacionades amb la racionalitat a l'hora de contrastar idees i teories amb proves. Òbviament, això no nega el fet que les ciències incloguin creativitat i imaginació, atributs que sempre han tingut un paper central en l'avenç de la comprensió del món per part dels humans.

Poden els ciutadans distingir afirmacions dotades de solidesa científica d'aquelles que no en tenen? Normalment, els ciutadans ordinaris no estan cridats a jutjar els avantatges de les principals teories o els avenços potencials en les ciències. Però sí que prenen decisions a partir dels fets presentats en els anuncis, en les proves esgrimides en afers legals, en la informació sobre la seva salut i en els temes relatius a l'entorn local i els recursos naturals. Una persona formada hauria de ser capaç de distingir els tipus de preguntes que

³ Durant tot aquest marc, "món natural" inclou els canvis fets per l'activitat humana i, per tant, inclou el "món material" dissenyat i creat per les tecnologies.

poden ser contestades pels científics i els tipus de problemes que poden solucionar-se gràcies a tecnologies basades en les ciències d'aquelles que no es poden respondre ni solucionar-se d'aquesta manera.

Definició de l'àmbit de coneixement

El pensament actual sobre els resultats desitjats de l'educació en ciències posa l'èmfasi en el coneixement científic (incloent-hi el coneixement de l'aproximació científica a la recerca) i en la valoració de la contribució de les ciències a la societat. Aquests resultats requereixen la comprensió de conceptes i explicacions importants de les ciències, però també la capacitat de valorar els punts forts i les limitacions de les ciències en el món. Això implica una postura crítica i una aproximació reflexiva a les ciències (Millar & Osborne, 1998).

Són aquests objectius els que indiquen on s'ha de posar l'èmfasi i com s'ha d'orientar la formació en ciències de tothom (Fensham, 1985). En conseqüència, les competències avaluades en l'estudi PISA 2006 haurien de ser àmplies i incloure aspectes relacionats amb la utilitat personal, la responsabilitat social i el valor intrínsec i extrínsec del coneixement científic.

El que hem apuntat fins ara emmarca un punt central de l'avaluació en ciències de PISA 2006. L'avaluació s'ha de centrar en les competències que indiquen allò que els joves de 15 anys saben, valoren i són capaços de fer dins d'uns contextos personals, socials i globals apropiats i raonables. Aquesta perspectiva difereix d'aquelles altres basades exclusivament en els programes escolars de ciències i que recorren extensivament a les disciplines científiques, ja que en aquest cas inclou contextos educatius i professionals i reconeix el lloc central que correspon al coneixement, els mètodes, les actituds i els valors que defineixen les disciplines científiques. El terme que millor descriu els objectius generals de l'avaluació de les ciències del PISA 2006 és el de *competència científica* (Bybee, 1997b; Fensham, 2000; Graber & Bolte, 1997; Mayer, 2002; Roberts, 1983; UNESCO, 1993).

PISA 2006 proposa avaluar les competències de l'alumnat pel que fa a la competència científica. Això inclou el coneixement de l'alumnat i la seva capacitat d'utilitzar aquest coneixement de forma efectiva, mentre porta a terme certs processos cognitius que són característics de les ciències i de les recerques científiques de rellevància personal, social o global. En avaluar les competències científiques, PISA es preocupa de temes en els quals l'alumnat pot contribuir o veure's implicat en la presa de decisions, ara o en el futur. Des del punt de vista de les seves competències científiques, l'alumnat respon a aquests temes en termes de comprensió del coneixement científic rellevant, de la seva capacitat per accedir i avaluar la informació, de la seva capacitat d'interpretar proves relacionades amb el tema i de la seva capacitat per identificar-ne els aspectes científics i tecnològics (Koballa, Kemp & Evans, 1997; Law, 2002). A més d'aquests aspectes cognitius, l'alumnat també respon de forma afectiva: els aspectes actitudinals de la seva resposta contribueixen a despertar el seu interès i a mantenir el seu suport a les ciències, alhora que el

motiva a l'acció (Schibeci, 1984). Arran d'aquestes consideracions, hem definit la subdimensió de l'àmbit de la competència científica per a PISA 2006.

Quadre 1.1 – Coneixement científic: terminologia PISA 2006

El terme “coneixement científic” s'utilitza en aquest marc per referir-se col·lectivament tant al “coneixement *de* les ciències” com al “coneixement *sobre* les ciències”. El “coneixement *de* les ciències” es refereix al coneixement del món natural a través de les principals disciplines científiques, és a dir, la física, la química, la biologia, les ciències de la Terra i de l'espai, i les tecnologies de base científica. El “coneixement *sobre* la ciència” es refereix al coneixement dels mitjans (“recerca científica”) i els objectius (“explicacions científiques”) de la ciència.

El terme competència científica s'ha escollit per les raons següents: es reconeix com a representatiu dels objectius de l'educació científica que s'haurien d'aplicar a tot l'alumnat; connota la gran amplitud i el caràcter aplicat que té com a objectiu l'educació en ciències; representa un continu que engloba tant el coneixement científic com les habilitats cognitives associades amb la recerca en ciències; incorpora dimensions múltiples; i inclou les relacions entre ciència i tecnologia. Així doncs, les competències científiques que constitueixen el nucli de la definició caracteritzen la base per a la *competència científica* en el seu sentit més ampli, així com l'objectiu de l'avaluació en ciències de PISA 2006: avaluar el grau de desenvolupament de les competències assolides per l'alumnat (Bybee, 1997a; Fensham, 2000; Law, 2002; Mayer & Kumano, 2002).

Quadre 1.2 – La *competència científica* en PISA 2006

Per als objectius de PISA 2006, la competència científica⁴ es refereix a:

- el coneixement científic de cada individu i la utilització d'aquest coneixement per identificar preguntes, adquirir nou coneixement, explicar fenòmens científics i extreure conclusions basades en proves sobre temes relacionats amb les ciències;
- entendre les característiques essencials d'una ciència com a forma de coneixement i recerca humans;
- la consciència de com les ciències i la tecnologia donen forma als nostres entorns material, intel·lectual i cultural;

⁴ El concepte de l'àmbit de ciències de PISA de “competència en comprensió” es pot comparar amb la definició de DeSeCo (OCDE, 2003a) de “competència” en el fet que implica actituds i valors, a més de coneixement i habilitats.

– la voluntat per comprometre's en temes relacionats amb les ciències i amb les idees de la ciència com a ciutadà reflexiu.

Els comentaris següents contribuiran a aclarir aquesta definició.

Competència científica

Usar el terme “competència científica” en lloc de “ciència” posa de manifest la importància que dona l'avaluació en ciències de PISA 2006 a l'aplicació del coneixement científic en el context de les situacions de la vida diària, comparat amb la simple reproducció del coneixement científic escolar tradicional. La utilització funcional del coneixement requereix l'aplicació d'aquests processos que són característics de la recerca de ciències i científica (les competències específiques de les ciències) i està regulat per l'apreciació, l'interès, els valors i les accions dels individus en relació amb els temes científics. La necessitat, la capacitat de l'alumnat per posar en pràctica les seves competències científiques implica tant un coneixement *de* la ciència com una comprensió de les característiques de la ciència com a via per adquirir coneixement (és a dir, coneixement *sobre* la ciència). La definició també reconeix que la disposició a portar a terme aquestes competències depèn de les actituds individuals davant de les ciències i de la seva voluntat de comprometre's en temes relacionats amb les ciències.

El coneixement científic i l'ús d'aquest coneixement per identificar preguntes, adquirir nou coneixement, explicar fenòmens científics i extreure conclusions basades en proves

Segons aquesta definició de competència científica, el coneixement implica molt més que l'habilitat per recordar informació, fets i noms. La definició inclou el coneixement de les ciències (coneixement sobre el món natural) i coneixement sobre les ciències. El primer inclou la comprensió dels conceptes i teories científics fonamentals, mentre que el segon implica comprendre la naturalesa de la ciència com a activitat humana, així com el poder i les limitacions del coneixement científic. Les preguntes que s'han d'identificar són aquelles que es poden respondre mitjançant una recerca científica, que alhora requereix coneixement sobre les ciències a més de coneixement científic sobre temes concrets implicats. D'especial importància per a la definició de *competència científica* és el fet que els individus sovint adquireixen coneixement nou per a ells, no a través les seves pròpies investigacions científiques, sinó a través de recursos com ara biblioteques i Internet. Extreure conclusions basades en proves significa conèixer, seleccionar i avaluar la informació i les dades, tot reconeixent que sovint no hi ha prou informació com per extreure conclusions definitives i que, per tant, és necessari especular, amb cura i consciència, amb la informació disponible.

Característiques clau de la ciència com a forma de coneixement i de recerca humana

Tal i com ja s'ha dit, la *competència científica* implica que l'alumnat ha de tenir certa comprensió sobre com obtenen dades els científics i com proposen explicacions, ha de reconèixer les característiques clau de les investigacions científiques i el tipus de respostes que raonablement es poden esperar de la

ciència. Per exemple, els científics utilitzen observacions i experiments per buscar dades sobre objectes, organismes i esdeveniments en el món natural. Les dades s'utilitzen per proposar explicacions que es converteixen en coneixement públic i es poden emprar de diferents maneres en l'activitat humana. Algunes característiques clau de la ciència inclouen la recollida i utilització de les dades. La recollida de dades està guiada per idees i conceptes (algunes vegades formulades com a hipòtesi) i inclou les nocions de rellevància, context i exactitud, així com el caràcter provisional dels coneixements postulats, la receptivitat a la revisió escèptica, la utilització d'arguments lògics i l'obligació de fer connexions amb el coneixement actual i històric i d'informar sobre els mètodes i els procediments emprats per obtenir les proves.

Com la ciència i la tecnologia donen forma als nostres entorns material, intel·lectual i cultural

Els punts claus d'aquesta afirmació inclouen la idea que la ciència és una empresa humana, que influencia les nostres societats i a nosaltres com a individus. A més, el desenvolupament tecnològic també és un esforç humà (Fleming, 1989). Tot i que ciència i tecnologia difereixen en certs aspectes dels seus objectius, processos i productes, també estan estretament relacionades i, en molts aspectes, són complementàries. En aquest sentit, la definició de *competència científica* proposada aquí inclou la natura de les ciències i de la tecnologia així com les seves relacions complementàries. Com a individus prenem decisions a través de les polítiques públiques que influencien en les orientacions de les ciències i de la tecnologia. Les ciències i la tecnologia tenen papers paradoxals en la societat ja que proposen respostes a preguntes i ofereixen solucions a problemes, però també creen noves preguntes i nous problemes.

La disposició a comprometre's en temes relacionats amb les ciències i amb les idees de les ciències com a ciutadà reflexiu

Els significats expressats en la primera part d'aquesta afirmació són més amplis que no pas prendre notes i emprendre les accions requerides; impliquen tenir un interès continu en els temes, presents i futurs, basats en la ciència, tenir una opinió i participar en activitats actuals i futures de caràcter científic. La segona part de l'afirmació cobreix diferents aspectes d'actituds i valors que els individus tenen envers les ciències. La frase implica que una persona que té un interès en temes científics, pensarà en temes relacionats amb les ciències, es preocuparà per temes de tecnologia, recursos i medi ambient, i reflexionarà sobre la importància de les ciències des d'una perspectiva personal i social.

Inevitablement, la *competència científica* s'alimenta de les competències lectora i matemàtica (Norris & Phillips, 2003). Per exemple, la *competència lectora* serà necessària quan un/a alumne/a hagi de demostrar una comprensió de la terminologia científica. De manera similar, alguns aspectes de la *competència matemàtica* seran necessaris en els contextos d'interpretació de dades. La intersecció d'aquestes altres competències amb la definició i avaluació del PISA 2006 de competència científica és inevitable; tanmateix, en el centre de cada tasca d'avaluació hi ha d'haver aspectes que siguin sense cap mena d'ambigüitat de *competència científica*.

Comparada amb la definició de *competència científica* de PISA 2000 i PISA 2003, la definició de 2006 s'ha elaborat i ampliat. Per a les dues avaluacions prèvies, quan la ciència era un àmbit secundari d'avaluació, la competència científica es definia de la manera següent:

La *competència científica* és la capacitat d'utilitzar el coneixement científic, identificar qüestions científiques i extreure conclusions basades en fets amb la finalitat de comprendre i ajudar a prendre decisions sobre el món natural i sobre els canvis que hi ha produït l'activitat humana. (OCDE, 1999, 2000, 2003b)

Les afirmacions inicials de les definicions de 2000, 2003 i 2006 són fonamentalment les mateixes atès que se centren en l'ús que fan les persones del coneixement científic per extreure conclusions. No obstant això, mentre que les definicions de 2000 i 2003 incloïen la idea del coneixement de la ciència i la comprensió sobre la ciència en termes de coneixement científic, la definició de 2006 separa i elabora aquest aspecte de la *competència científica* mitjançant d'addició de termes que posen de manifest el coneixement de l'alumnat sobre les característiques clau de la ciència. Ambdues definicions es refereixen llavors a l'aplicació del coneixement científic per entendre i, en última instància, prendre decisions informades sobre el món natural. En PISA 2006, aquesta part de la definició es veu reforçada per l'addició del coneixement de la relació entre ciències i tecnologia (un aspecte de la *competència científica* que estava assumit però no elaborat en la definició prèvia). En el món actual, ciències i tecnologia estan íntimament lligades i sovint es dona una relació de sinergia entre elles.

En contrast amb les definicions prèvia, la definició de PISA 2006 de *competència científica* s'ha expandit incloent-hi explícitament aspectes actitudinals de les respostes de l'alumnat a temes de rellevància científica i tecnològica. En resum, la definició de 2006 està conceptualment d'acord amb la definició de 2000/2003, amb l'excepció de l'afegit de les respostes actitudinals. Altres canvis, per exemple elaborar el coneixement *sobre* la ciència o la noció de tecnologia de base científica, es limiten a emfatitzar uns aspectes concrets que ja estaven inclosos o assumits en les definicions anteriors.

Organització de l'àmbit

La definició de *competència científica* proposada aquí ofereix un continu que va des dels nivells de *competència científica* menys desenvolupats fins als més avançats. És a dir, es considera que els individus posseeixen diversos graus de *competència científica* i no que posseeixin *competència científica* o que no en tinguin en termes absoluts (Bybee, 1997a, b). Així doncs, per exemple, un alumne amb una competència científica menys desenvolupada pot ser capaç de recordar coneixement factual científic simple i utilitzar el coneixement científic comú per extreure o avaluar conclusions. En canvi, un alumne amb una competència científica més desenvolupada demostrarà la seva habilitat per crear i utilitzar models conceptuals per fer prediccions i donar

explicacions, per analitzar les investigacions científiques, per relacionar dades com a proves, per avaluar explicacions alternatives dels mateixos fenòmens i per comunicar les conclusions amb precisió.

Per a l'objectiu d'aquesta avaluació, la definició de PISA 2006 de *competència científica* pot caracteritzar-se per tenir quatre aspectes interrelacionats:

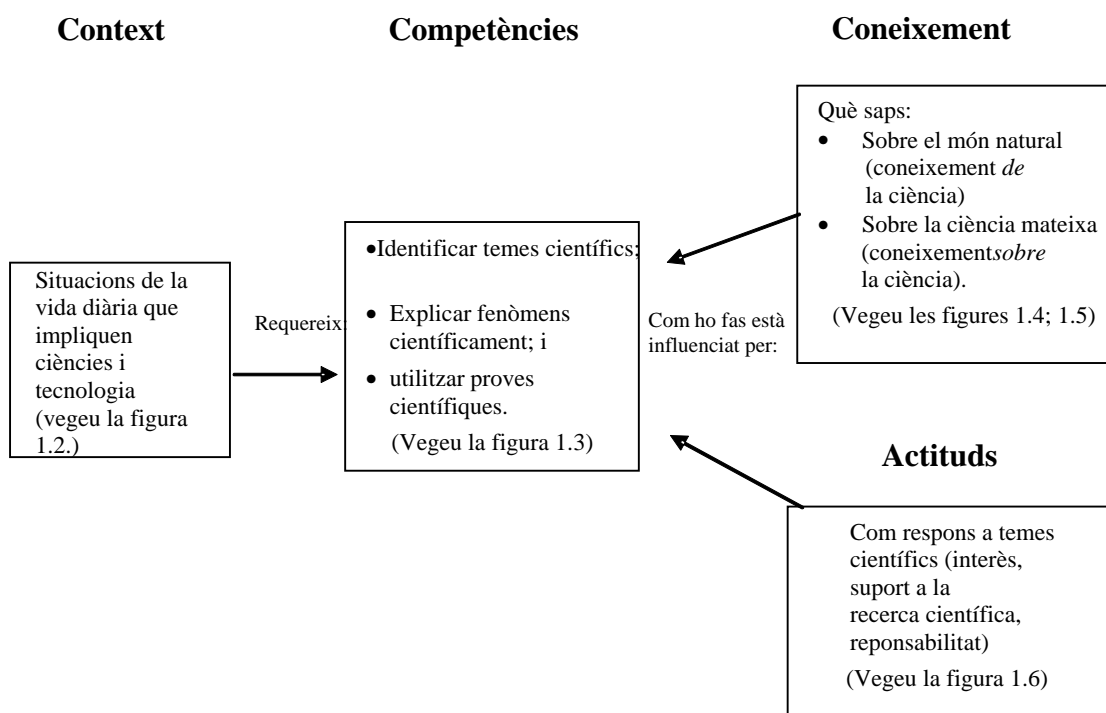
- *Context*: reconèixer situacions de la vida diària que impliquen ciències i tecnologia.
- *Coneixement*: entendre el món natural d'acord amb el coneixement científic que inclou tant el coneixement del món natural com el coneixement sobre la ciència en ella mateixa.
- *Capacitats*: demostrar competències que inclouen identificar temes científics, explicar fenòmens de forma científica i extreure conclusions basant-se en proves.
- *Actituds*: indicar un interès en la ciència, un suport a la recerca científica i una motivació per actuar de forma responsable envers, per exemple, els recursos naturals i el medi ambient.

Aquesta relació està representada gràficament en la figura 1.1 de més avall.

Les seccions següents replantegen i elaboren els aspectes d'organització de la *competència científica*. En subratllar aquests aspectes, el marc de competència científica de PISA 2006 s'ha assegurat que el focus de l'avaluació es troba en els resultats de l'educació en ciències en el seu conjunt. Algunes preguntes, basades en la perspectiva de PISA 2006 sobre *la competència científica*, són al darrere de l'organització d'aquesta secció del marc. Són les següents:

- Quins CONTEXTOS serien els apropiats per avaluar els joves de 15 anys?
- Quines CAPACITATS s'hauria d'esperar raonablement que tinguessin els joves de 15 anys?
- Quin CONEIXEMENT seria raonable esperar que els joves de 15 anys demostrassin?
- Quines ACTITUDS pot ser raonable esperar dels joves de 15 anys?

Figura 1.1 – Marc per a l'avaluació de ciències de PISA 2006



Situacions i context

PISA 2006 avalua els principals coneixements científics del currículum d'educació en ciències dels països participants sense limitar-se als aspectes comuns dels esmentats currículums. L'avaluació demana proves de l'ús satisfactori de les capacitats científiques en situacions importants que reflecteixen el món i que van en la línia de l'atenció que PISA dona al concepte de competència científica. Això, a la vegada, implica l'aplicació de coneixement seleccionat sobre el món natural, i sobre la ciència mateixa, i l'avaluació de l'actitud de l'alumnat envers els temes científics.

Les proves de l'avaluació s'enquadraran en situacions de la vida quotidiana i no es limitaran a la vida escolar. En l'avaluació de ciències de PISA 2006, els exercicis estan centrats en situacions relacionades amb el jo, amb la família i el grup d'iguals (personal), amb la comunitat (social) i amb la vida a escala mundial (global). Un altre tipus de situació, que pot ser apropiada per a alguns temes, és la històrica, mitjançant la qual es pot avaluar la comprensió dels avenços del coneixement científic.

La figura 1.2 enumera les aplicacions de la ciència en els entorns personal, social i global, que s'utilitzen fonamentalment com a contextos per als exercicis de l'avaluació. Tanmateix, també s'utilitzaran altres entorns (p. ex.:

tecnològic, històric) i àrees d'aplicació. Les aplicacions s'extrauran d'una àmplia varietat de situacions de la vida diària en general i seran consistents amb les àrees d'aplicació per a la *competència científica* definides en els marcs de PISA 2000 i 2003. Les àrees d'aplicació són: salut, recursos naturals, medi ambient, els riscos i les fronteres entre ciències i tecnologia. Hi ha àrees en les quals la competència científica té un valor particular per a les persones i les comunitats, a l'hora de millorar i mantenir els nivells de qualitat de vida i de desenvolupar les polítiques públiques.

L'avaluació en ciències de PISA no és una avaluació de contextos. Avalua capacitats, coneixements i actituds en la mesura que es presenten o es relacionen amb contextos. Per escollir els contextos, és important tenir present que l'objectiu de l'avaluació és avaluar les capacitats científiques, la comprensió dels coneixements i les actituds que l'alumnat ha adquirit al final dels anys d'escolarització obligatòria.

Els contextos emprats en els exercicis de l'avaluació s'escolliran en funció de la seva rellevància per als interessos i la vida de l'alumnat. La sensibilitat envers les diferències lingüístiques i culturals és una prioritat en el desenvolupament i selecció de les proves, no només pel bé de la validesa de l'avaluació, sinó per respectar aquestes diferències en els països participants. Tanmateix, quan es desenvolupa una prova internacional no és possible incloure les diferències de tradició i coneixement local sobre fenòmens naturals que existeixen entre els grups dels països participants. Això no nega la contribució que aquest coneixement pot tenir i ha tingut en les respectives cultures.

Figura 1.2 – Contextos per a l'avaluació en ciències PISA 2006

	Personal (jo, família, companys)	Social (la comunitat)	Global (la vida arreu del món)
Salut	Conservació de la salut, accidents, nutrició	Control de malalties, transmissió social, tria d'aliments, salut comunitària	Epidèmies, propagació de malalties infeccioses
Recursos naturals	Consum personal de materials i energia	Manutenció de poblacions humanes, qualitat de vida, seguretat, producció i distribució d'aliments, subministrament energètic	Renovables i no renovables, sistemes naturals, creixement demogràfic, ús sostenible de les espècies
Medi ambient	Comportaments respectuosos amb el medi ambient, ús i eliminació de materials	Distribució de la població, eliminació de residus, impacte mediambiental, climes locals	Biodiversitat, sostenibilitat ecològica, control demogràfic, generació i pèrdua de sòls
Riscos	Naturals i provocats per l'ésser humà, decisions sobre	Canvis ràpids (terratrèmols, rigors climàtics), canvis lents i progressius (erosió	Canvi climàtic, impacte de les modernes

	l'habitatge	de la costa, sedimentació), avaluació de riscos	tècniques bèl·liques
Fronteres de les ciències i la tecnologia	Interès per les explicacions científiques dels fenòmens naturals, afeccions de caràcter científic, esport i oci, música i tecnologia personal	Nous materials, aparells i processos, manipulació genètica, tecnologia armamentística, transports	Extinció d'espècies, exploració de l'espai, origen i estructura de l'univers

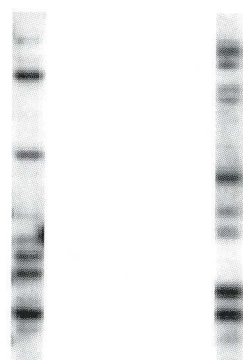
L'exemple 1 de ciències forma part d'una unitat titulada *Atrapar l'assassí*. El material d'estímul és un article de diari que estableix el context per a la unitat. L'àrea d'aplicació és "Fronteres de les ciència i la tecnologia" en un entorn social.

Exemple 1: ATRAPAR L'ASSASSÍ

ÚS DE L'ADN PER A LA IDENTIFICACIÓ D'UN ASSASSÍ

Smithville, ahir: Un home ha mort avui de múltiples ganivetades a Smithville. La policia diu que hi ha signes de lluita i que part de la sang trobada a l'escena del crim no coincideix amb la sang de la víctima. Sospiten que aquesta sang és de l'assassí.

Per tal d'ajudar a trobar l'assassí, els científics de la policia han preparat un perfil d'ADN a partir de la mostra de sang. Quan ho van comparar amb els perfils d'ADN dels criminals condemnats, no es va trobar cap coincidència.



Individu A

Individu B

Foto de perfils típics d'ADN de dues persones. Les barres són diferents fragments de l'ADN de cada persona. Cada persona té un disseny diferent de barres. Igual que les empremtes dactilars, aquests dissenys poden identificar una persona.

La policia ha detingut un habitant de la localitat a qui es va veure discutint amb la víctima el mateix dia i hores abans. Ha demanat permís per recollir una mostra d'ADN dels sospitosos.

El sergent Brown de la policia de Smithville ha dit, "Només necessitem prendre una mostra indolora de l'interior de la galta. A partir d'aquesta mostra, els científics poden extreure l'ADN i formar un perfil d'ADN com els representats aquí."

Deixant de banda els casos de bessons idèntics, només hi ha 1 probabilitat entre 100 milions que dues persones tinguin el mateix perfil d'ADN.

Pregunta 1: ATRAPAR L'ASSASSÍ

Aquest article de diari es refereix a l'ADN. Què és l'ADN?

- A. Una substància en les membranes cel·lulars que eviten que el contingut cel·lular es filtri.
- B. Una molècula que conté les instruccions per construir els nostres cossos.
- C. Una proteïna que es troba a la sang i que ajuda a portar oxigen als teixits.
- D. Una hormona de la sang que ajuda a regular els nivells de glucosa en les cèl·lules del cos.

Pregunta 2: ATRAPAR L'ASSASSÍ

Quina de les preguntes següents NO es pot contestar mitjançant proves científiques?

- A. Quina va ser la causa mèdica o fisiològica de la mort de la víctima?
- B. En qui pensava la víctima quan va morir?
- C. Agafar mostres de l'interior de al galta és una manera segura de recollir mostres d'ADN?
- D. Els bessons idèntics tenen exactament el mateix perfil d'ADN?

Competències científiques

L'avaluació de ciències de PISA 2006 prioritza les competències llistades en la figura 1.3: l'habilitat per identificar temes orientats científicament; per descriure, explicar o predir fenòmens basats en el coneixement científic; interpretar proves i conclusions, i utilitzar les proves per prendre i comunicar decisions. Aquestes competències impliquen coneixement científic: tant coneixement *de* les ciències com coneixement *sobre* les ciències, etnesa com una forma de coneixement i una maera d'enfocar la investigació.

Figura 1.3 – Competències científiques de PISA 2006

<p>Identificar temes científics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconèixer temes sobre els quals és possible investigar científicament • Identificar paraules clau per fer la recerca d'informació científica • Reconèixer les característiques clau d'una investigació científica
<p>Explicar fenòmens científicament</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar coneixements <i>de</i> ciència a una situació donada • Descriure o interpretar fenòmens de forma científica i predir canvis • Identificar descripcions, explicacions i prediccions apropiades.
<p>Utilitzar proves científiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpretar proves científiques i elaborar i comunicar conclusions • Identificar els supòsits, les proves i els raonaments que hi ha darrere de les conclusions • Reflexionar sobre les implicacions socials dels desenvolupaments científics i tecnològics

Alguns processos cognitius tenen especial sentit i rellevància per a la competència científica. Entre els processos cognitius que estan implicats en les competències científiques trobem: el raonament inductiu/deductiu, el pensament crític i integrat, la transformació de representacions (p. ex.: dades en taules, taules en gràfics), construir i comunicar arguments i explicacions basades en les dades, pensar en termes de models i l'ús de les matemàtiques.

L'èmfasi que posa PISA 2006 en les competències científiques recollides a la fitura 1.3 es justifica per la importància que tenen aquestes competències per a la recerca científica. Es basen en una anàlisi lògica, raonada i crítica. El que segueix és una explicació més detallada de les competències científiques.

Identificar temes científics

La característica essencial aquí és discriminar els temes i continguts científics d'altres tipus de temes. És important notar que els temes científics han de portar resoldre's mitjançant respostes basades en proves de caràcter científic. Aquesta competència inclou reconèixer preguntes que seria possible investigar científicament en una situació donada i identificar paraules clau per tal de buscar informació científica sobre un tema donat. També inclou la capacitat de reconèixer les característiques clau d'una investigació científica: per exemple, quines coses s'haurien de comparar, quines variables s'haurien

de canviar o controlar, quina informació addicional es necessita o quines accions s'han de prendre per tal de poder recollir les dades rellevants.

Aquesta competència requereix que l'alumnat tingui coneixement *sobre* les ciències, però també es basa, en diferents graus, en el seu coneixement *de* les ciències. La pregunta 2 d'*Atrapar l'assassí* (Exemple 1 de ciències) requereix que l'alumnat identifiqui una pregunta que *no* es pot investigar científicament. L'exercici avalua principalment el coneixement de l'alumnat sobre els tipus de preguntes que es poden investigar científicament. (Coneixement *sobre* les ciències, categoria: "Recerca científica"), però també assumeix un cert coneixement de les ciències (categoria: "Sistemes vius") que s'espera que els joves de 15 anys haurien de tenir.

Explicar els fenòmens científicament

L'alumnat demostra la seva competència aplicant el coneixement apropiat *de* ciències en una situació donada. La competència inclou descriure o interpretar fenòmens i predir canvis, i pot implicar reconèixer o identificar descripcions, explicacions i prediccions apropiades. La pregunta 1 d'*Atrapar l'assassí* (exemple 1 de ciències) requereix que l'alumnat apliqui el seu coneixement de la ciència (categoria: "Sistemes vius") per reconèixer la descripció apropiada d'ADN.

Utilitzar les proves científiques

Aquesta competència requereix que l'alumnat entengui els descobriments científics com a proves per fer preguntes o extreure conclusions. La resposta necessària pot implicar coneixement *sobre* les ciències o coneixement *de* les ciències, o tots dos alhora. La pregunta planetjada a *La malària* (exemple 2 de ciències) requereix que l'alumnat tregui conclusions basant-se en les proves presentades sobre el cicle de vida d'un mosquit. L'exercici avalua bàsicament si l'alumnat pot interpretar una presentació estàndard (model) d'un cicle vital. Estem parlant, doncs, de coneixement *sobre* les ciències (categoria: "Explicacions científiques"; vegeu la figura 1.5).

Aquesta competència inclou accedir a la informació científica i produir arguments i conclusions basats en les proves científiques (Kuhn, 1992; Osborne, Erduran, Simon & Monk, 2001). La competència també pot implicar els aspectes següents: seleccionar conclusions alternatives en funció de les proves de què es disposa; donar raons a favor o en contra d'una conclusió determinada, segons els processos usats per arribar a l'esmentada conclusió a partir de les dades disponibles; i identificar els supòsits que s'han assumit per arribar a aquesta conclusió. Reflexionar sobre les implicacions socials dels desenvolupaments científics o tecnològics és un altre aspecte d'aquesta competència.

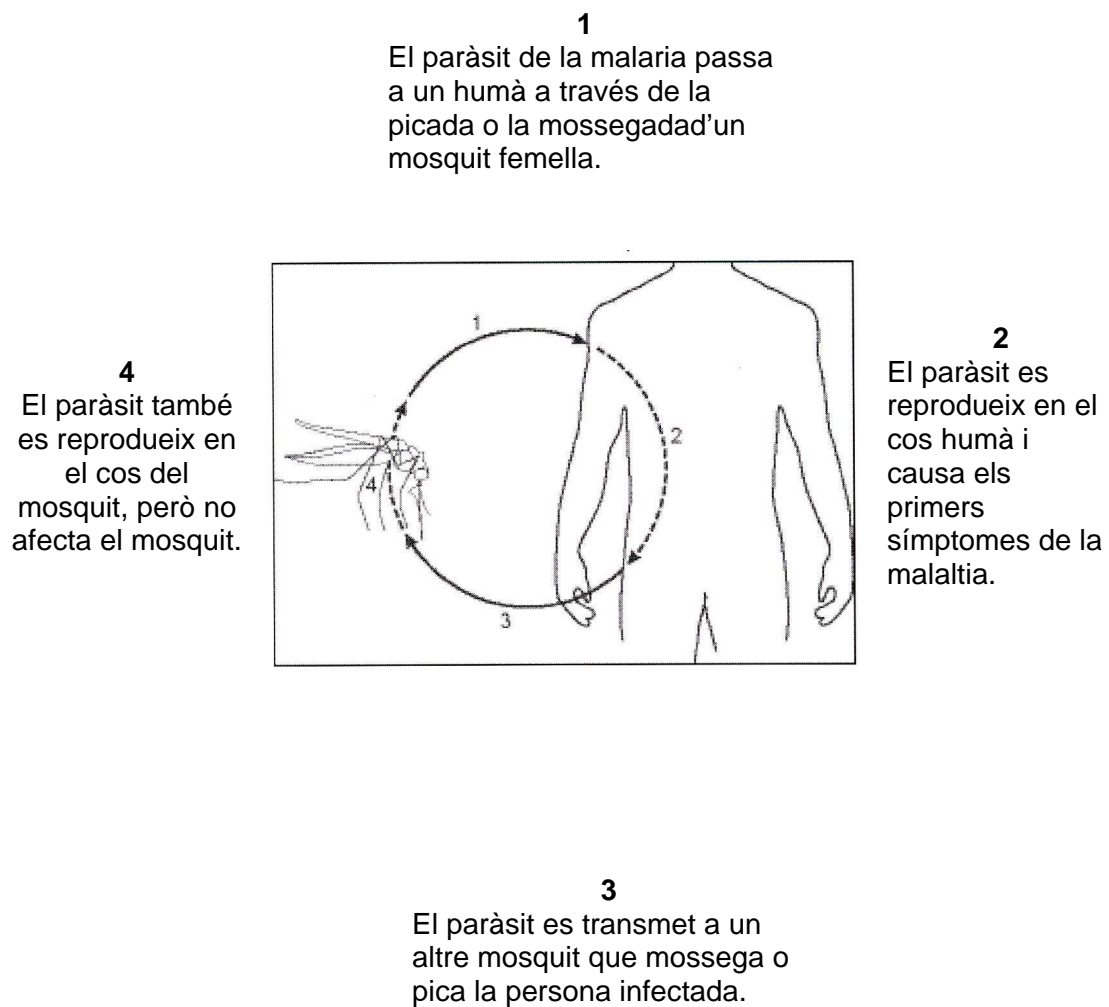
Es pot demanar a l'alumnat que comuniqui les seves proves i decisions a un públic determinat, amb les seves pròpies paraules, amb diagrames o amb altres representacions apropiades. En resum, l'alumnat ha de ser capaç de

presentar connexions clares i lògiques entre les proves i les seves conclusions o decisions.

Exemple 2: LA MALÀRIA

La malària és la causa de més d'un milió de morts cada any. La lluita contra la malària està actualment en crisi. Els mosquits passen el paràsit de la malària de persona a persona. El mosquit portador de la malària s'ha fet resistent a molts pesticides. A més, els medicaments contra el paràsit de la malària són cada vegada menys eficaços.

Cicle vital del paràsit de la malària



Pregunta 1: LA MALÀRIA

A continuació hi ha tres mètodes per impedir la propagació de la malària.

Quina de les etapes del cicle vital del paràsit de la malària (1,2,3 i 4) es veu *directament* afectada per cada un dels mètodes? *Encercla l'etapa afectada per*

cada un dels mètodes (una mateixa etapa es pot veure afectada per més d'un mètode).

Mètode de prevenció de l'expansió de la malària	Etaques del cicle vital del paràsit que es veuen afectades
Dormir sota una xarxa mosquitera	1 2 3 4
Prendre medicaments contra la malària	1 2 3 4
Utilitzar pesticides contra els mosquits	1 2 3 4

Coneixement científic

Tal i com s'ha indicat prèviament, "el coneixement científic" es refereix tant al coneixement *de* les ciències (coneixement sobre el món natural) com al coneixement *sobre* les ciències.

Coneixement de les ciències

Atès que només es pot avaluar una mostra del coneixement *de* les ciències de l'alumnat en l'avaluació de ciències de PISA 2006, és important que s'utilitzin criteris clars per guiar la selecció del coneixement que s'avaluarà. A més, l'objectiu de PISA és descriure fins a quin punt l'alumnat pot *aplicar* el coneixement adquirit en contextos que són de rellevància per a les seves vides. Així doncs, el coneixement avaluat se seleccionarà dels àmbits principals de la física, la química, la biologia, les ciències de la Terra i l'espai i la tecnologia,⁵ d'acord amb els criteris següents:

- Rellevància per a les situacions de la vida diària. El coneixement científic varia segons si és útil on no en la vida dels individus.
- Els coneixements seleccionats han de representar conceptes científics importants i, per tant, d'una utilitat a llarg termini.
- Els coneixements seleccionats són apropiats per al nivell de desenvolupament dels joves de 15 anys.

La figura 1.4 mostra les categories del coneixement *de* les ciències i els exemples de contingut seleccionat aplicant aquests criteris. Aquest coneixement és necessari per entendre el món natural i per treure sentit de les experiències tant a nivell personal o social com global. Per aquestes raons, el marc utilitza el terme "sistemes" en lloc de "ciències" en els descriptors dels àmbits principals. La intenció és la d'expressar la idea que els ciutadans tenen

⁵ No s'inclou el coneixement del disseny o del funcionament intern d'un artefacte tecnològic (p. ex.: avions, motors, ordinadors).

per entendre conceptes de les ciències físiques i de la vida, de les ciències de la Terra i l'espai i de la tecnologia, en contextos que tenen components que interactuen d'una manera més o menys unida. És a dir, han d'aplicar el coneixement científic i desplegar les competències científiques a l'hora de considerar contextos que es poden veure com a sistemes.

Els exemples presentats en la figura 1.4 expressen els significats de les categories; la llista no pretén ser una enumeració exhaustiva de tot el coneixement que es podria relacionar amb cada una de les categories de coneixement de les ciències. La pregunta 1 d'*Atrapar l'Assassí* (exemple 1 de ciències) avalua el coneixement de la ciència de l'alumnat en la categoria "sistemes vius".

Figura 1. 4 – Categories del coneixement de les ciències de PISA 2006

Sistemes físics
<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la matèria (p. ex.: model de partícula, unions) • Propietats de la matèria (p. ex.: canvis d'estat, conductivitat tèrmica o elèctrica) • Canvis químics de la matèria (p. ex.: reaccions, transferència d'energia, àcids/bases) • Moviments i forces (p. ex.: velocitat, fricció) • Energia i la seva transformació (p. ex.: conservació, dissipació, reaccions químiques) • Interaccions de l'energia i de la matèria (p. ex.: llum i ones de ràdio, so i ones sísmiques)
Sistemes vius
<ul style="list-style-type: none"> • Cèl·lules (p. ex.: estructures i funció, ADN, plantes i animals) • Éssers humans (p. ex.: salut, nutrició, subsistemes [p. ex.: digestió, respiració, circulació, excreció, i les seves relacions], malaltia, reproducció) • Poblacions (p. ex.: espècies, evolució, biodiversitat, variació genètica) • Ecosistemes (p. ex.: cadenes alimentàries, matèria i flux d'energia) • Biosfera (p. ex.: serveis d'ecosistemes, sostenibilitat)
Sistemes de la Terra i l'espai
<ul style="list-style-type: none"> • Estructures dels sistemes de la Terra (p. ex.: litosfera, atmosfera, hidrosfera) • Energia en els sistemes de la Terra (p. ex.: fonts, clima global) • Canvi en els sistemes de la Terra (p. ex.: plaques tectòniques, cicles geoquímics, forces constructives i destructives) • Història de la Terra (p. ex.: fòssils, origen i evolució) • La Terra a l'espai (p. ex.: gravetat, sistema solar)
Sistemes tecnològics
<ul style="list-style-type: none"> • Paper de la tecnologia basada en la ciència (p. ex.: resol problemes, ajuda els humans a cobrir necessitats i desitjos, dissenya i porta a terme investigacions) • Relacions entre ciència i tecnologia (p. ex.: les tecnologies contribueixen a l'avenç científic) • Conceptes (p. ex.: optimització, compensació, cost, risc, benefici)

- Principis importants (p. ex.: criteris, limitacions, innovació, invenció, resolució de problemes)

Coneixement sobre les ciències

La figura 1.5 mostra les categories i exemples de contingut per al coneixement *sobre* les ciències. La primera categoria, “Recerca científica”, se centra en la recerca com a procés central de les ciències i en els diversos components d’aquest procés. La segona categoria, estretament vinculada amb la recerca, és la de les “Explicacions científiques”. Les explicacions científiques són el resultat de la recerca científica. Es pot pensar en la recerca com el mitjà de la ciència (la manera com els científics *obtenen* dades) i en les explicacions com els objectius de la ciència (la manera com els científics *utilitzen* les dades). Els exemples presentats en la figura 1.5 transmeten els significats generals de les categories; no hi ha cap intenció de fer una llista exhaustiva de tot el coneixement que pot estar vinculat amb cada categoria.

Figura 1.5 – Categories del coneixement sobre les ciències de PISA 2006

<p>Recerca científica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origen (p. ex.: curiositat, preguntes científiques). • Objectiu (p. ex.: produir proves que ajudin a respondre preguntes científiques, idees/models/teories actuals que guien les recerques). • Experiments (p. ex.: diferents preguntes suggereixen diferents recerques científiques, disseny). • Tipus d’informació (p. ex.: quantitativa [medicions], qualitativa [observacions]). • Medicions (p. ex.: incertesa inherent, replicabilitat, variació, exactitud/precisió en l’equipament i els procediments). • Característiques dels resultats (p. ex.: empíric, tentatiu, comprovable, falsificable, auto-correctiu).
<p>Explicacions científiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipus (p. ex.: hipòtesi, teoria, model, llei). • Formació (p. ex.: representació de la informació; paper del coneixement existent i de les noves proves, creativitat i imaginació, lògica). • Normes (p. ex.: ha de ser lògicament consistent; basades en proves, en el coneixement històric i actual). • Resultats (p. ex.: produir nou coneixement, nous mètodes, noves tecnologies; porten a noves preguntes i recerques).

L'exemple 3 de ciències forma part de la unitat titulada *Estudi sobre la llet escolar*. El marc és "històric" i l'àrea d'aplicació és la "salut". Ambdues preguntes avaluen el coneixement sobre les ciències de l'alumnat, categoria: "Recerca científica". La pregunta 1 requereix que l'alumnat identifiqui els possibles objectius de l'estudi (competència: "Identificar temes científics"). La classificació de competència de la pregunta 2 també és "Identificar temes científics" (i no "Utilitzar proves científiques"), atès que l'assumpció més òbvia (que els tres grups d'alumnes no eren significativament diferents de cap manera rellevant) està relacionada amb el disseny de l'estudi.

Exemple 3: ESTUDI SOBRE LA LLET ESCOLAR

El 1930, es va portar a terme un estudi a gran escala en les escoles de la regió d'Escòcia. Durant quatre mesos, alguns alumnes rebien llet gratuïta mentre que d'altres no en rebien. Els directors de cada escola escollien quins alumnes rebien la llet. Això és el que va passar:

- 5000 nens i nenes en edat escolar rebien una quantitat de llet no pasteuritzada cada dia que anaven a l'escola;
- uns altres 5000 nens i nenes en edat escolar rebien la mateixa quantitat de llet pasteuritzada;
- 10.000 nens i nenes en edat escolar no rebien llet.

Es van pesar i mesurar els 20.000 nens i nenes al principi i al final de l'estudi.

Pregunta 1: ESTUDI SOBRE LA LLET ESCOLAR

És probable que alguna de les preguntes següents formessin part del qüestionari d'investigació de l'estudi? Marca "Sí" o "No" per a cada pregunta.

És probable que aquesta fos una pregunta per a l'estudi?	Sí o No?
Què s'ha de fer per tal de pasteuritzar la llet?	Sí / No
Quin efecte té el fet de beure més llet en els nens i nenes en edat escolar?	Sí / No
Quin efecte té la pasteurització de la llet en el creixement dels nens i nenes en edat escolar?	Sí / No
Quin efecte té en la salut dels nens i nenes en edat escolar el fet de viure en diferents regions d'Escòcia?	Sí / No

Pregunta 2: ESTUDI SOBRE LA LLET ESCOLAR

De mitjana, els nens i nenes que van rebre llet durant l'estudi van guanyar més pes i més alçada que aquells que no en van rebre.

Així doncs, una de les possibles conclusions de l'estudi és que els nens i nenes en edat escolar que beuen molta llet creixen més ràpidament que aquells que no en beuen gaire.

Per tal d'acceptar aquesta conclusió, indica quina assumpció s'hauria de fer sobre els grups de nens i nenes que van participar en l'estudi.

Actituds envers les ciències

L'actitud de la gent té un paper significatiu a l'hora de determinar el seu interès, la seva atenció i les seves reaccions cap a les ciències i a la tecnologia en general i cap als temes que s'hi relacionen en particular. Un dels objectius de l'educació en ciències és que l'alumnat desenvolupi actituds que promoguin el seu interès pels temes científics i la subseqüent adquisició i aplicació del coneixement científic i tecnològic per a benefici personal, social i global.

El punt de referència per al focus en les actituds és el constructe multidimensional de la competència científica. És a dir, la competència científica d'una persona inclou certes actituds, creences, orientacions motivacionals, autoeficàcia, valors i accions. La inclusió de les actituds, i les àrees específiques seleccionades per a PISA 2006, es basa en i està recolzada per l'estructura de Klopfer (1976) per a l'àmbit afectiu en l'educació en ciències i les publicacions sobre recerca actitudinal (per exemple, Gardner, 1975, 1984; Gauld & Hukins, 1980; Blosser, 1984; Laforgia, 1988; Schibeci, 1984).

L'avaluació en ciències de PISA 2006 avaluarà l'actitud de l'alumnat en tres àrees: *Interès per la ciència*, *Suport a la recerca científica*, i *Sentit de responsabilitat envers als recursos i els entorns* (vegeu la figura 1.6). Aquestes àrees van ser seleccionades perquè oferien un retrat internacional de l'apreciació general de l'alumnat envers les ciències, les actituds científiques específiques i els valors, i la seva responsabilitat respecte a una sèrie de qüestions científiques que tenen ramificacions nacionals i internacionals. No serà una avaluació de les actituds de l'alumnat envers els programes de ciències de les escoles o envers el professorat. Els resultats podran oferir informació sobre el problema emergent que comporta el descens de l'interès pels estudis científics entre els joves.

Es va seleccionar l'*Interès per la ciència* perquè establia relacions amb el rendiment, amb la selecció de curs, l'elecció d'opcions professionals i l'aprenentatge continu. La relació entre l'interès (individual) per la ciència i el rendiment ha estat el tema de diverses investigacions durant més de 40 anys, tot i que encara es debat sobre el vincle causal (vegeu, per exemple, Baumert & Köller, 1998; Osborne, Simon & Collins, 2003). L'avaluació en ciències de PISA 2006 tractarà l'interès de l'alumnat envers la ciència a través del coneixement sobre el seu compromís en temes socials relacionats amb les

ciències, la seva voluntat per adquirir coneixement i habilitats científiques i la seva consideració d'emprendre opcions professionals relacionades amb les ciències.

El *Suport a la recerca científica* es considera de forma general com un objectiu fonamental de l'educació en ciències i, com a tal, es justifica la seva avaluació. És un constructe similar a "l'adopció d'actituds científiques" que va identificar Klopfer (1971). L'apreciació i el suport a la recerca científica implica que l'alumnat valori les diferents formes científiques de buscar evidència, pensi de forma creativa, raoni de forma racional, respongui de manera crítica i comuniqui les conclusions a mesura que s'enfronti amb les situacions diàries relacionades amb les ciències. Els aspectes en aquesta àrea de PISA 2006 inclouen l'ús de l'evidència (coneixement) en la presa de decisions, i l'apreciació de la lògica i la racionalitat a l'hora de formular conclusions.

El *Sentit de responsabilitat envers els recursos i els entorns* és d'interès internacional, a més de tenir rellevància econòmica. Les actituds en aquesta àrea han estat el tema de recerques extensives des de la dècada de 1970 (vegeu, per exemple, Bogner & Wiseman, 1999; Eagles & Demare, 1999; Weaver, 2002; Rickinson, 2001). El desembre de 2002, les Nacions Unides van aprovar la resolució 57/254 que declarava un període de deu anys que començava l'1 de gener de 2005 i que s'anomenaria "La dècada de les Nacions Unides per a l'educació del desenvolupament sostenible" (UNESCO, 2003). En el Programa d'Implementació Internacional (UNESCO, setembre de 2005) s'identifica el *medi ambient* com una de les tres esferes de la sostenibilitat (juntament amb la societat –que alhora inclou la cultura– i l'economia) que s'han de tenir en compte en qualsevol programa de desenvolupament sostenible.

PISA 2006 utilitza tant el qüestionari de l'alumnat com els exercicis contextualitzats per recollir informació sobre les actituds de l'alumnat en aquestes àrees. La inclusió dels ítems contextualitzats afegeix valor a l'avaluació atès que ofereix informació sobre si l'actitud d'altres alumnes varia quan s'avalua dins i fora de context, si varia entre contextos, i si està correlacionada amb els rendiments escolars en el nivell de la unitat. Un aspecte de *l'Interès per les ciències* de l'alumnat (és a dir, el seu Interès a aprendre sobre les ciències), així com el *Suport a la recerca científica* de l'alumnat s'avaluaran a la prova emprant exercicis inserits que es focalitzen en temes personals, socials i globals.

El qüestionari de l'alumnat s'utilitzarà per recollir dades sobre les actituds de l'alumnat en les tres àrees, *Interès per la ciència*, *Suport a la recerca científica* i *Responsabilitat envers els recursos i els entorns*, d'una manera nocontextualitzada. La informació addicional relativa al "compromís amb les ciències" de l'alumnat (p. ex.: autoeficàcia, gust per les activitats fora de l'escola i freqüència de realització) també es recolliran mitjançant el qüestionari de l'alumnat, així com els punts de vista de l'alumnat sobre el valor de les ciències en la seva vida (p. ex.: elecció del tipus d'educació postobligatòria i d'opció professional) i per a la societat (p. ex.: beneficis socials i econòmics).

Figura 1.6 – Àrees per a l'avaluació d'actituds de PISA 2006

<p style="text-align: center;">Interès per la ciència</p> <ul style="list-style-type: none">• Mostrar curiositat per la ciència i per temes relacionats amb la ciència.• Demostrar predisposició per adquirir nous coneixements i habilitats científics, utilitzant una varietat de recursos i mètodes.• Demostrar predisposició per buscar informació sobre matèries científiques i tenir un interès continuat per la ciència, incloent-hi la possibilitat de considerar opcions professionals relacionades amb les ciències.
<p style="text-align: center;">Suport a la recerca científica</p> <ul style="list-style-type: none">• Reconèixer la importància de considerar diferents perspectives i arguments científics.• Recolzar l'ús de la informació factual i de les explicacions racionals.• Expressar la necessitat que els processos que possibiliten extreure conclusions siguin lògics i curiosos.
<p style="text-align: center;">Sentit de responsabilitat envers els recursos i els entorns</p> <ul style="list-style-type: none">• Mostrar un sentit de responsabilitat personal per conservar un medi ambient sostenible.• Demostrar consciència de les conseqüències de les accions individuals en el medi ambient.• Demostrar predisposició per prendre mesures a favor de la conservació dels recursos naturals.

Els resultats de PISA 2006 oferiran informació important per als legisladors en educació dels països participants. La combinació de riquesa d'informació obtinguda tant a través del qüestionari de l'alumnat com dels ítems actitudinals inserits crearà nou coneixement sobre les predisposicions de l'alumnat envers els comportaments científicament competents. A més, atès que la bibliografia conté informes oposats sobre la correlació entre les actituds i els rendiments escolars en ciències, es podrà analitzar com la informació actitudinal de l'alumnat (relativa a *l'Interès per les ciències*, el *Suport a la recerca científic*, i la *Responsabilitat envers els recursos i els entorns* de l'alumnat), recollida a través de les proves i del qüestionari, està correlacionada amb el seu rendiment acadèmic.

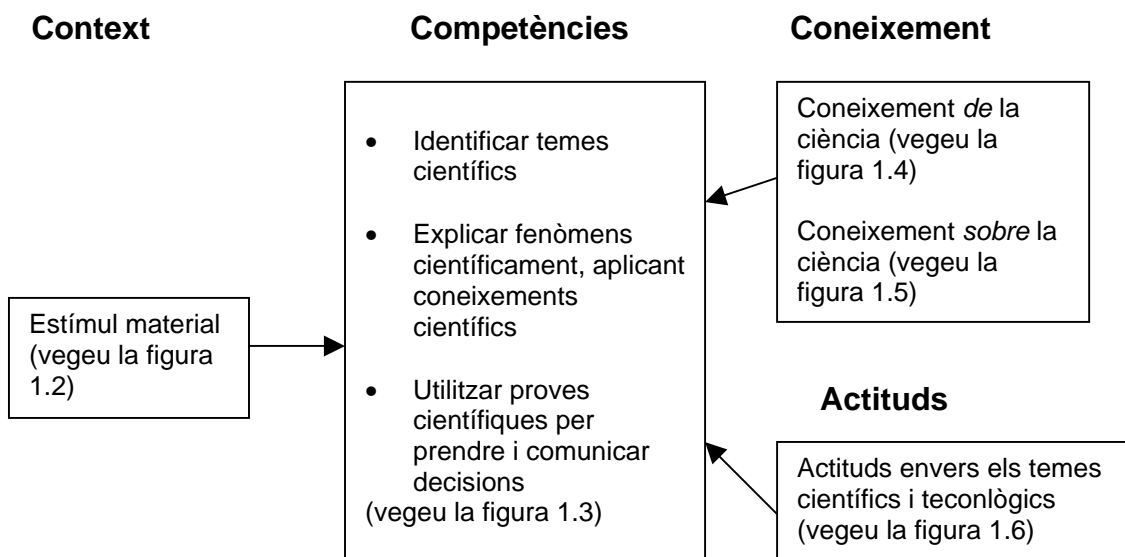
Avaluació de la competència científica

Característiques de la prova d'avaluació

D'acord amb la definició de competència científica de PISA, les preguntes de la prova (exercicis) requereixen l'ús de competències científiques (vegeu la figura 1.3) dins d'un context determinat (vegeu la figura 1.2). Això implica l'aplicació del coneixement científic (vegeu les figures 1.4 i 1.5) i posa de manifest aspectes de l'actitud de l'alumnat envers els temes científics (vegeu la figura 1.6).

La figura 1.7 és una variació de la figura 1.1 que representa els components bàsics del marc de PISA per a l'avaluació de la competència científica de 2006 d'una manera que es pot utilitzar per relacionar el marc amb l'estructura i el contingut de les unitats d'avaluació. Això es pot utilitzar sintèticament com a eina per planificar els exercicis d'avaluació, i analíticament com a eina per estudiar els resultats dels exercicis d'avaluació estàndards. Com a punt de partida per crear les unitats d'avaluació, podríem considerar els contextos que serviren d'estímul material, les competències requerides per respondre a les preguntes o temes, o els coneixements i les actituds fonamentals de l'exercici.

Figura 1.7 – Una eina per construir i analitzar unitats i exercicis d'avaluació



Una unitat d'avaluació està formada per un material d'estímul específic, que pot ser un escrit breu, o un text que acompanya una taula, o una gràfica o un diagrama. Després vénen els exercicis, que són un grup de preguntes de diversos tipus puntuades independentment, com ja s'ha vist en els tres exemples comentats (*Atrapar l'assassí*, *La malària* i *Estudi sobre la llet escolar*) i es podrà veure en els exemples de més avall.

La raó que justifica que PISA empri aquesta estructura d'unitat és la facilitació de l'ús de contextos que siguin ben realistes, i que reflecteixin la complexitat de les situacions reals, tot fent un ús eficient del temps dedicat a la prova. El fet d'emprar situacions sobre les quals es poden plantejar diverses preguntes, en lloc de fer preguntes diferents sobre un nombre més ampli de situacions, redueix el temps global necessari perquè l'alumnat es familiaritzi amb el material relacionat amb cada pregunta. Tanmateix, la necessitat de fer que cada puntuació sigui independent de les altres dins d'una unitat també s'ha de tenir en compte. Cal reconèixer, a més a més, que atès que aquest enfocament redueix el nombre de contextos d'avaluació, és important assegurar-se que hi ha una gamma adient de contextos per tal de minimitzar la parcialitat de l'elecció.

Les unitats d'avaluació de PISA 2006 incorporaran fins a quatre exercicis cognitius. Cada exercici implicarà l'ús predominant d'una de les competències científiques i requerirà l'ús de coneixement o bé *de* la ciència o bé *sobre* la ciència. En la majoria de casos, s'avaluarà més d'una competència i més d'una categoria de coneixement (a través d'ítems diferents) dins d'una unitat.

S'utilitzaran quatre tipus d'exercicis per avaluar les competències i els coneixements científics definits en el marc d'avaluació. Aproximadament un terç dels ítems seran ítems d'elecció múltiple (senzills), com les preguntes 1 i 2 d'*Atrapar l'assassí* (exemple 1 de ciències), que requereix l'elecció d'una única resposta d'entre quatre opcions. Un altre terç requerirà o bé respostes curtes, com ara la pregunta 1 de *La malària* (exemple 2 de ciències), o ítems d'elecció múltiple complexa. La pregunta 1 de *l'Estudi sobre la llet escolar* (exemple 3 de ciències), que requereix que l'alumnat respongui "Sí" o "No" a una sèrie de preguntes relacionades, és un exemple típic d'ítem d'elecció múltiple complexa. El terç restant dels ítems seran ítems de resposta construïda, com la pregunta 2 en *l'Estudi sobre la llet escolar* (exemple 2 de ciències), que requereix una resposta escrita o gràfica relativament extensa per part de l'alumnat.

Els ítems d'elecció múltiple i de resposta curta construïda poden usar-se per avaluar la majoria dels processos cognitius implicats en les tres competències científiques. Però per tal d'avaluar l'habilitat per comunicar, el format de resposta oberta oferirà més validesa i autenticitat.

Tot i que la majoria dels ítems obtindran una puntuació de forma dicotòmica, algunes de les preguntes d'elecció múltiple complexa i els ítems de resposta oberta implicaran una puntuació parcial. Per a cada ítem d'aquest tipus, es proporcionarà unes instruccions de puntuació detallades que

permetran distingir clarament entre “puntuació màxima”, “puntuació parcial” i “cap puntuació”. Les categories “puntuació màxima”, “puntuació parcial” i “cap puntuació” dividiran les respostes de l'alumnat en tres grups en termes de fins a quin punt han demostrat habilitat per contestar la pregunta. Una resposta qualificada amb “puntuació màxima”, no indica que la resposta sigui “absolutament correcta científicament”, sinó que es posseeix el nivell de comprensió del tema apropiat per a un jove de 15 anys científicament competent. Les respostes menys elaborades o menys correctes poden obtenir una “puntuació parcial”, mentre que les respostes del tot incorrectes, irrelevantes o absents no obtindran “cap puntuació”. La pregunta 1 de *La malària* (exemple 2 de ciències) és un ítem de puntuació parcial, el barem de qualificació del qual (guia de codificació) es mostra en l'exemple 4 de ciències.

Exemple 4: LA MALÀRIA (Puntuació de la pregunta 1)

Màxima puntuació

Codi 2: Les tres correctes: [1 i 3]; [2]; i [1, 3 i 4] en aquest ordre.

Puntuació parcial

Codi 1: Dues de les tres xifres correctes

O bé

Una (o més) de correcta, però **cap d'incorrecta**, en cada fila.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Sense resposta

La majoria de les noves unitats incloses en la prova de ciències de PISA 2006 contindran un ítem que avaluarà *l'Interès en aprendre sobre ciència* de l'alumnat, o un ítem que avalui el seu *Suport a la recerca científica*, o ambdós tipus d'ítems. En la pregunta 3 de la unitat *Atrapar l'assassí*, inclosa més avall com a exemple 5 de ciències, hi ha un exemple d'un d'aquests ítems. Aquest ítem requereix que l'alumnat indiqui el seu nivell d'interès en tres tasques amb l'objectiu d'avaluar el seu interès en aprendre més sobre l'aplicació de la ciència per resoldre crims. Un format de resposta unipolar (Interès alt, Interès mitjà, Interès baix, Cap interès), en lloc d'un de bipolar convencional (Totalment d'acord, D'acord, En desacord, Totalment en desacord), s'utilitza en aquest exemple per tal de reduir la influència de les “conveniències socials” en les respostes.

En els quaderns de la prova, els ítems d'actitud es presenten en un quadre ombrejat per recordar a l'alumnat que, per a cada una de les afirmacions, ha de marcar la casella que indica la seva pròpia *opinió* sobre l'afirmació. Les instruccions generals que hi ha al principi de cada quadern inclouran la instrucció següent:

Algunes de les preguntes són sobre la teva actitud o opinió sobre alguns temes. Aquestes preguntes es marquen de forma diferent que les altres, apareixen en un quadre ombrejat. **NO HI HA CAP RESPOSTA CORRECTA a**

aquestes preguntes i no es tindran en compte per a la puntuació final de la prova, però és important respondre-les sincerament.

Exemple 5: ATRAPAR L'ASSASSÍ (Ítem actitudinal)

Pregunta 3: ATRAPAR L'ASSASSÍ

Quin interès tens en la informació següent?

Marca només una casella per fila.

	<i>Interès alt</i>	<i>Interès mig</i>	<i>Interès baix</i>	<i>Cap interès</i>
Saber més sobre l'ús de l'ADN per resoldre crims.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
Aprendre més sobre les tasques per establir un perfil de l'ADN.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
Entendre millor com es pot resoldre un crim utilitzant la ciència.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

La necessitat de l'alumnat de tenir un cert nivell de *competència en comprensió lectora* per tal d'entendre i contestar les preguntes escrites sobre la *competència científica* desperta la qüestió del nivell de competència lectora necessari. El material d'estímul i les preguntes empraran un llenguatge tant clar, senzill i breu com sigui possible tot mantenint el significat apropiat. El nombre de conceptes introduïts per paràgraf serà limitat i, de forma general, es tindrà cura de no superar la capacitat lectora que ens dona la mitjana dels joves de 15 anys. S'evitaran les preguntes que avaluen predominantment la *competència lectora* o *matemàtica*.

Estructura de l'avaluació en ciències

Les unitats de les proves de PISA 2006 estan organitzades en 13 grups, cadascun dels quals ocuparà 30 minuts del temps de la prova. Hi ha dos grups de comprensió lectora, quatre grups de matemàtiques i set de ciències. Els grups s'organitzen en 13 quaderns, d'acord amb el disseny de test rotatiu. Cada quadern conté quatre grups i s'assignarà a cada estudiant un d'aquests quaderns de dues hores. Hi haurà al menys un grup de ciències en cada quadern.

L'equilibri desitjat entre els dos components de coneixement, coneixement *de* la ciència i coneixement *sobre* la ciència, es mostren en la figura 1.8 en funció dels seus percentatges de puntuació. La figura 1.8 també mostra la distribució desitjada de les puntuacions entre les diferents categories del coneixement *de* la ciència i el coneixement *sobre* la ciència.

Figura 1.8 – Distribució ideal de les puntuacions del coneixement científic

Coneixement de la ciència	Percentatge de puntuació
Sistemes físics	15 - 20
Sistemes vius	20 - 25
Sistemes de la Terra i l'espai	10 - 15
Sistemes tecnològics	5 - 10
<i>Subtotal</i>	<i>60 - 65</i>
Coneixement sobre la ciència	
Recerca científica	15 - 20
Explicacions científiques	15 - 20
<i>Subtotal</i>	<i>35 - 40</i>
Total	100

L'equilibri ideal per a les competències científiques es pot veure a la figura 1.9:

Figura 1.9 – Distribució ideal de les puntuacions de les competències científiques

Competències científiques	Percentatge de puntuació
Identificar temes científics	25 - 30
Explicar fenòmens científicament	35 - 40
Utilitzar evidència científica	35 - 40
Total	100

Els contextos dels ítems es repartiran entre els entorns personal, social i global seguint la proporció aproximada d'1:2:1. S'utilitzaran una àmplia selecció d'àrees d'aplicació per a les unitats, per tal de satisfer el màxim possible les diferents restriccions imposades en els dos paràgrafs anteriors.

Al voltant d'un 60% de les unitats contindran un o dos ítems actitudinals (cadascun comptarà amb dos o tres punts d'escala) que avaluaran *l'Interès per aprendre sobre la ciència*, o el *Suport a la recerca científica* de l'alumnat. Respondre aquests ítems ocuparà aproximadament un 11% del temps total de la prova. Per tal de facilitar la comparabilitat dels resultats al llarg del temps, els ítems d'ancoratge de les dues avaluacions de ciència prèvies de PISA inclosos en la prova de 2006 *no* contenen ítems actitudinals.

Escales de presentació

Per tal de complir els objectius de PISA, el desenvolupament de les escales del rendiment de l'alumnat és essencial. El procés per arribar a l'escala ha de ser iteratiu. Els descriptors inicials, basats en els resultats dels estudis PISA 2000 i 2003 –i arran de l'experiència basada en l'avaluació dels resultats de ciències i les conclusions de la recerca en aprenentatge i desenvolupament cognitiu en ciències– són susceptibles de modificar-se a mesura que es vagin acumulant dades en aquest estudi i en altres de futurs.

Per a PISA 2000, quan la ciència era un àmbit secundari i, per tant, tenia un temps limitat en la prova, el rendiment de l'alumnat en ciències es plasmava en termes d'escala d'assoliment amb una mitjana de 500 i una desviació típica de 100. Tot i que els nivells d'assoliment de competència no estaven identificats, era possible descriure quins processos (és a dir, quines competències científiques) podia realitzar l'alumnat en tres punts d'aquesta escala (OCDE, 2001, pàg. 83):

Cap a l'extrem superior de l'escala de competència científica (al voltant dels 690 punts) l'alumnat és generalment capaç de crear o emprar els models conceptuals per fer prediccions o donar explicacions; analitzar les investigacions científiques per tal d'entendre, per exemple, el disseny d'un experiment o identificar una idea que s'està comprovant; comparar les dades obtingudes per tal d'avaluar els punts de vista alternatius o les perspectives diferents; i comunicar arguments científics i/o descripcions en detall i amb precisió.

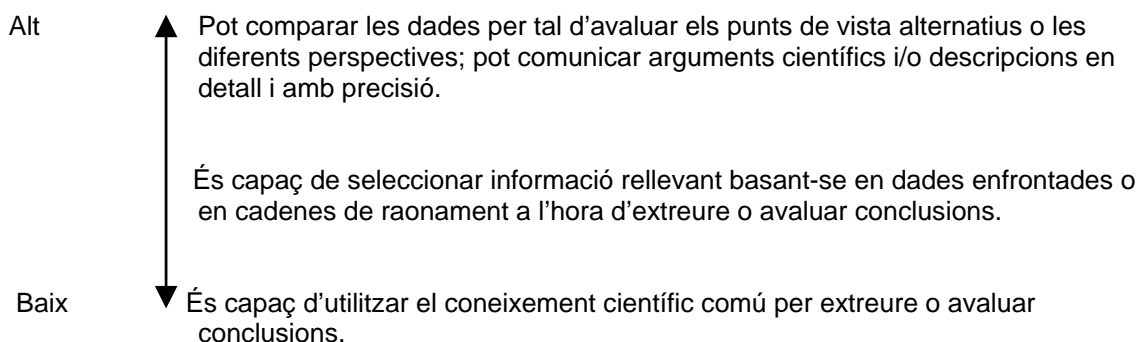
Al voltant dels 550 punts, l'alumnat normalment pot utilitzar el coneixement científic per fer prediccions o oferir explicacions; reconèixer preguntes que poden contestar-se mitjançant la recerca científica i/o identificar detalls d'allò que està implicat en una investigació científica; i seleccionar informació rellevant sobre dades comparatives o cadenes de raonament a l'hora d'extreure o avaluar conclusions.

Cap a l'extrem inferior de l'escala (al voltant dels 400 punts), l'alumnat és capaç de recordar coneixement científic factual simple (p. ex.: noms, fets, terminologia, normes simples); i emprar el coneixement científic comú per extreure o avaluar conclusions.

Per a PISA 2003, la presentació dels resultats de ciències va seguir un format similar al de 2000 (OCDE, 2004). Tanmateix, atès que les ciències són l'àmbit principal per a l'avaluació de PISA 2006, el temps de la prova dedicat a l'àrea hauria de permetre la construcció d'escales separades, fins a cinc nivells d'assoliment de competència, per a les tres competències científiques que mostra la figura 1.3. Els nivells d'assoliment de l'escala de rendiment de ciències de PISA 2000 i 2003 es descriuen en termes de processos científics (p. ex.: les competències científiques de PISA 2006). Examinant les descripcions, podem derivar l'esquelet de cada escala de competència de PISA

2006. Per exemple, per a “Utilitzar evidència científica” obtenim un esquema d'escala com el que es mostra en la figura 1.10.

Figura 1.10 – Exemple d'una escala de presentació basada en les competències



Alternativament, hauria de ser possible establir escales diferents per als dos components del coneixement, el *coneixement de la ciència* i el *coneixement sobre la ciència*. Les competències serien llavors centrals per descriure els nivells d'assoliment per a aquestes dues escales de coneixement. La decisió sobre les escales definitives, així com sobre el nombre de nivells d'aptitud per identificar, es farà a partir de l'anàlisi de les dades d'avaluació de PISA 2006.

Els factors que determinen la dificultat en els ítems que avaluen el rendiment científic inclouen:

- la complexitat general del context;
- el nivell de familiaritat amb les idees científiques, els processos i la terminologia implicada;
- la longitud del fil lògic necessari per respondre a la pregunta, és a dir, el nombre de passos necessaris per arribar a una resposta adequada i el nivell de dependència de cada pas respecte de l'anterior;
- el grau en què les idees o conceptes científics abstractes es necessiten per formar una resposta; i
- el nivell de raonament, comprensió i generalització implicats en la formació de judicis, conclusions i explicacions.

Hauria de ser possible també preparar escales fiables per a l'*Interès en aprendre sobre la ciència* i *Support a la recerca científica* emprant les dades

obtingudes dels ítems actitudinals inserits a la prova i de les respostes al qüestionari de l'alumnat. La informació obtinguda del qüestionari de l'alumnat s'utilitzarà per formar escales per relatives a la *Responsabilitat envers els recursos i els entorns*.

Les "puntuacions" en els ítems d'actitud no s'inclouran en un índex (o qualificació total) de *competència científica*, sinó que representaran un element addicional del perfil de la *competència científica* de l'alumnat.

Resum

En PISA 2006 les ciències seran l'àmbit principal d'avaluació per primera vegada. La definició de *competència científica* s'ha reelaborat i ampliat a partir de la utilitzada a PISA 2000 i 2003. Una innovació significativa és la inclusió de les respostes actitudinals de l'alumnat envers les ciències no només en un qüestionari adjunt, sinó en una sèrie de preguntes addicionals sobre qüestions científiques juxtaposades a les preguntes de la prova que fan referència a aquestes mateixes qüestions. A més, s'ha fet més èmfasi en la comprensió de la naturalesa i la metodologia de la ciència (el coneixement *sobre* la ciència) i el paper de la tecnologia de base científica.

La definició de PISA 2006 de competència científica té el seu origen en la consideració d'allò que hauria de saber, valorar o ser capaç de fer un jove de 15 anys per estar preparats per a la vida en una societat moderna. En el centre d'aquesta definició, i de l'avaluació de la competència científica, hi trobem les *competències* que són pròpies de la ciència i de la recerca científica. L'habilitat de l'alumnat per posar en pràctica aquestes competències depèn del seu *coneixement científic*, tant el coneixement del món natural com el coneixement sobre la ciència mateixa, i també de les seves *actituds* envers els temes relacionats amb la ciència.

Aquest marc conceptual descriu i il·lustra les competències científiques, els coneixements i les actituds avaluades en PISA 2006 (vegeu la figura 1.11), i els contextos per als ítems de la prova. Els ítems de la prova s'agruparan en unitats, cadascuna de les quals començarà amb un material d'estímul que establirà el context pels ítems. S'utilitzarà una combinació de diversos tipus d'ítems, alguns dels quals implicaran una puntuació parcial. Més de la meitat de les unitats portaran incorporats ítems actitudinals, que ocupen aproximadament l'11% del temps de la prova.

Figura 1.11 Components principals de l'avaluació en competència científica de PISA 2006

Competències	Coneixement	Actituds
Identificar temes científics Explicar fenòmens científicament Utilitzar evidència científica	Coneixement <i>de</i> la ciència: <i>Sistemes físics</i> <i>Sistemes vius</i> Sistema de la Terra i l'espai Coneixement <i>sobre</i> la ciència <i>Recerca científica</i> <i>Explicacions científiques</i>	Interès per la ciència ¹ Suport a la recerca científica Sentit de responsabilitat envers els recursos i els entorns ²

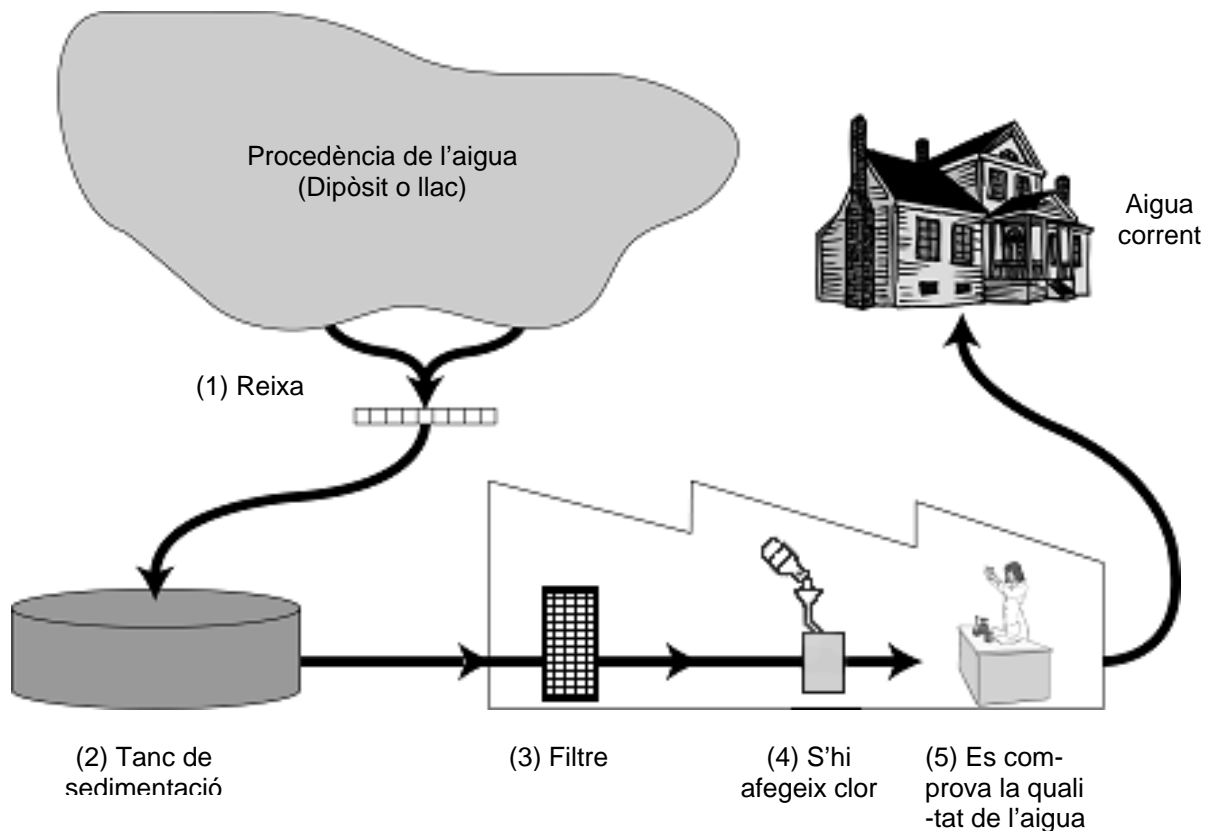
¹Altres ítems inclosos avaluen "L'interès en aprendre sobre la ciència"

²No avaluada mitjançant ítems inclosos

La mitjana d'ítems que avaluen el coneixement *de* la ciència i d'ítems que avaluen el coneixement *sobre* la ciència, serà d'aproximadament 3:2, mentre que cadascuna de les tres competències científiques s'avaluaran al menys pel 25% dels ítems. Això hauria de permetre que es creessin escales separades, amb els nivells de competència corresponents, per a cadascuna de les competències, o pels dos tipus de coneixement. Les escales també s'haurien de construir per a les actituds que s'avaluaran amb els ítems inclosos en la prova d'avaluació.

Exemples addicionals

AIGUA POTABLE



La figura anterior mostra com es potabilitza l'aigua que se subministra a les cases en les ciutats.

Pregunta 1: AIGUA POTABLE

És important disposar d'una bona font d'aigua potable. L'aigua que es troba sota terra s'anomena **aigua subterrània**.

Dóna una raó per la qual hi ha menys contaminació per bacteris i partícules en l'aigua subterrània que en les aigües superficials de llacs i rius.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: AIGUA POTABLE

Puntuació màxima

Codi 11: Respostes que fan referència al fet que l'aigua subterrània ha estat filtrada a través del sòl.

- L'aigua es neteja quan passa a través de la sorra i la pols.

- Es filtra d'una manera natural.
- Perquè les roques i la sorra filtren l'aigua que passa a través del sòl.

Codi 12: Respostes que fan referència al fet que l'aigua subterrània està encapsulada i, per tant, protegida de la possible contaminació; o al fet que l'aigua superficial és més fàcilment contaminable.

- L'aigua subterrània és a l'interior de la terra i per tant la pol·lució de l'aire no pot embrutar-la.
- Perquè l'aigua superficial no està a l'aire lliure, està sota terra.
- Els llacs i els rius poden ser contaminats per l'aire i perquè la gent s'hi banya, i per això l'aigua no és neta.
- Perquè els llacs i els rius estan contaminats per les perones i els animals.

Codi 13: Altres respostes correctes.

- L'aigua subterrània és una aigua sense gaire aliment per als bacteris i, per tant, no hi poden sobreviure.
- L'aigua subterrània no rep la llum del sol. Contenen algues verdes i blavoses.

Cap puntuació

Codi 01: Respostes que fan referència al fet que l'aigua subterrània és molt neta (una informació que ja ha estat donada).

- Perquè ha estat netejada.
- Perquè hi ha brutícia en els llacs i els rius (no s'explica per què).
- Perquè hi ha menys bacteris.

Codi 02: Respostes que fan referència d'una manera òbvia al procés de neteja que hi ha a la figura que serveix d'introducció a la pregunta.

- Perquè l'aigua subterrània passa a través d'un filtre i se li afegeix clor.
- L'aigua subterrània passa a través d'un filtre que la neteja totalment.

Codi 03: Altres respostes.

- Perquè s'està sempre movent.
- Perquè no està remoguda i, per tant, no agafa fang del fons.

Codi 99: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta oberta

Competència: Explicar fenòmens de forma científica

Categoria de coneixement: Sistemes de la Terra i l'espai (coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Recursos naturals

Context: Global

Aquest ítem centra l'atenció en dos aspectes de la qualitat de l'aigua: la contaminació per partícules i bacteris. La resposta requereix l'aplicació del coneixement científic per explicar per què les aigües subterrànies no tractades estan menys contaminades que les aigües de superfície no tractades.

La disponibilitat d'aigua potable neta és un tema important per a la vida diària de la gent arreu del món, tot i que la seva importància diferirà segons les circumstàncies. La classificació de l'ítem és consistent amb la necessitat d'emprar el coneixement de la ciència per explicar un fenomen.

Aquest ítem va obtenir bons resultats en la prova amb una bona discriminació i era de dificultat moderada. Prop de dos terços de l'alumnat el va contestar correctament.

Pregunta 2: AIGUA POTABLE

La potabilització de l'aigua té lloc freqüentment en diverses etapes, que impliquen diferents tècniques. El procés potabilitzador que es mostra en la figura implica quatre etapes (numerades de la 1 a la 4). En la segona etapa, l'aigua es recull en un tanc de sedimentació.

De quina manera aquesta etapa fa que l'aigua es torni més neta?

- A. Els bacteris que hi ha a l'aigua moren.
- B. S'afegeix oxigen a l'aigua.
- C. La grava i la sorra se'n van cap al fons.
- D. Les substàncies tòxiques es descomponen.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: AIGUA POTABLE

Puntuació màxima

Codi 1:C. La grava i la sorra se'n van cap al fons.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar un fenomen científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

El context de la unitat identifica com l'aigua recollida en dipòsits i llacs es neteja abans de distribuir-la per les llars. Aquest ítem implica el reconeixement o la deducció de la finalitat del dipòsit de sedimentació. Per tant, avalua el coneixement de l'alumnat sobre la sedimentació com a efecte gravitacional de les partícules que hi ha dins de l'aigua.

La prova pilot va mostrar que l'ítem era de dificultat mitjana. Va mostrar una bona discriminació, tot i que la segona opció (B) era un distractor dèbil.

Pregunta 3: AIGUA POTABLE

En la quarta etapa del procés de potabilització, s'afegeix clor a l'aigua.

Per què s'afegeix clor a l'aigua?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: AIGUA POTABLE

Puntuació màxima

Codi 1: Respostes que fan referència al fet d'eliminar, matar o destruir els bacteris.

- Per deixar-la lliure dels bacteris.
- El clor mata els bacteris.
- Per matar totes les algues.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- L'aigua es torna menys àcida i s'eliminen les algues.
- És com el fluor.
- Per netejar una mica més l'aigua i matar les coses que hi queden ("coses" no és prou precís).
- Perquè es mantigui neta i es pugui beure.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Com amb l'ítem anterior, el context té una rellevància en la vida diària i, per tant, els ciutadans haurien de saber alguna cosa sobre els tractaments aplicats a l'aigua potable.

El coneixement dels efectes del clor en els organismes vius és necessari a l'hora d'explicar per què s'afegeix clor a l'aigua. La categoria de coneixement és, per tant, "Sistemes vius".

L'ítem va funcionar raonablement bé en la prova pilot amb una discriminació adequada. En general, la dificultat era baixa-mitjana però va ser significativament més difícil en un reduït nombre de països.

Pregunta 4: AIGUA POTABLE

Suposa que els científics que comproven la qualitat de l'aigua a la planta descobreixen que hi ha alguns bacteris nocius a l'aigua **després** que el procés de potabilització s'hagi completat.

Què haurà de fer la gent a casa seva amb aquesta aigua abans de beure-la?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 4: AIGUA POTABLE

Puntuació màxima

Codi 11: Respostes que fan referència a l'ebullició de l'aigua.

- Bullir-la.

Codi 12: Respostes que fan referència a altres mètodes de potabilització que són possibles de fer a casa amb seguretat.

- Tractar l'aigua amb pastilles de clor (per exemple: Micropur)
- Usar un filtre microporós.

Cap puntuació

Codi 1: Respostes que es refereixen a mètodes "professionals" de potabilització que és impossible portar-los a terme a casa amb seguretat.

- Barrejar-la amb clor en una galleda abans de beure-la.
- Afegir-hi clor, productes químics o agents biològics.
- Destil·lar l'aigua.

Codi 2: Altres respostes.

- Purificar-la de nou.
- Utilitzar-la un filtre de cafè.
- Comprar aigua embotellada fins que el procés de depuració s'hagi arreglat (eludeix la pregunta que es planteja).

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Aquest ítem requereix que l'alumnat sàpiga com es poden matar o eliminar els bacteris de l'aigua mitjançant mètodes que són fàcils de fer a casa. La categoria de coneixement és, per tant, "Sistemes vius".

L'ítem va mostrar una discriminació adequada en la prova pilot i, de mitjana, la dificultat arreu dels països va ser baixa-mitjana. Tanmateix, hi va haver una gran variació pel que fa a la dificultat entre grups de països, per la qual cosa es va considerar excloure aquest ítem de l'estudi principal.

Pregunta 5: AIGUA POTABLE

Beure aigua contaminada pot causar els problemes de salut següents?

Encercla "Sí" o "No" a cada cas.

Beure aigua contaminada pot causar el següent problema de salut?	Sí o No?
Diabetis	Sí / No
Diarrea	Sí / No
VIH/SIDA	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 5: AIGUA POTABLE

Puntuació màxima

Codi 1: Les tres correctes: No, Sí, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explica fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

Aquest ítem avalua el coneixement sobre si algunes malalties comunes (genètiques, bacterials i virals) poden transmetre's mitjançant l'aigua.

Tot i que es classifica com "Explicar fenòmens científicament", és una forma de baix nivell d'aquesta competència, ja que es pot contestar senzillament recordant el coneixement. La categoria de coneixement implicat és clarament "Sistemes vius".

L'ítem era de baixa dificultat i va mostrar una discriminació adequada. En termes generals, les noies van respondre més correctament que els nois.

Pregunta 6: AIGUA POTABLE

Quin és el teu interès envers la següent informació?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Cap interès</i>
a) Saber com es fa un test per determinar si una mostra d'aigua està contaminada per bacteris	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Saber més sobre el tractament químic dels subministraments d'aigua	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saber quines malalties poden ser transmeses mitjançant el consum d'aigua	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès per aprendre coneixement sobre la ciència*

Aquest ítem es va dissenyar per avaluar l'interès de l'alumnat per aprendre més sobre els temes científics relacionats amb l'aigua potable. Es posa al final de la unitat per tal que l'alumnat ja estigui familiaritzat amb el context abans de demanar-li la seva opinió.

L'alumnat mostra interès mitjançant una indicació del grau en què vol adquirir informació sobre tres aspectes separats de la contaminació de l'aigua i del seu tractament per a fer-la potable.

Les anàlisis exploratòries de factors en la prova pilot mostren que les tres afirmacions tenien significativament una dimensió "d'interès". Es va mostrar un interès molt alt en aprendre sobre les malalties transmeses mitjançant de l'aigua (afirmació c); el mateix passava amb la majoria d'afirmacions relatives a la salut i el benestar personals.

CÀRIES DENTAL

Els bacteris que viuen dins de la nostra boca provoquen les càries dentals. Les càries han estat un problema des del segle XVIII, quan la creixent indústria de la canya de sucre va posar el sucre a l'abast de la gent.

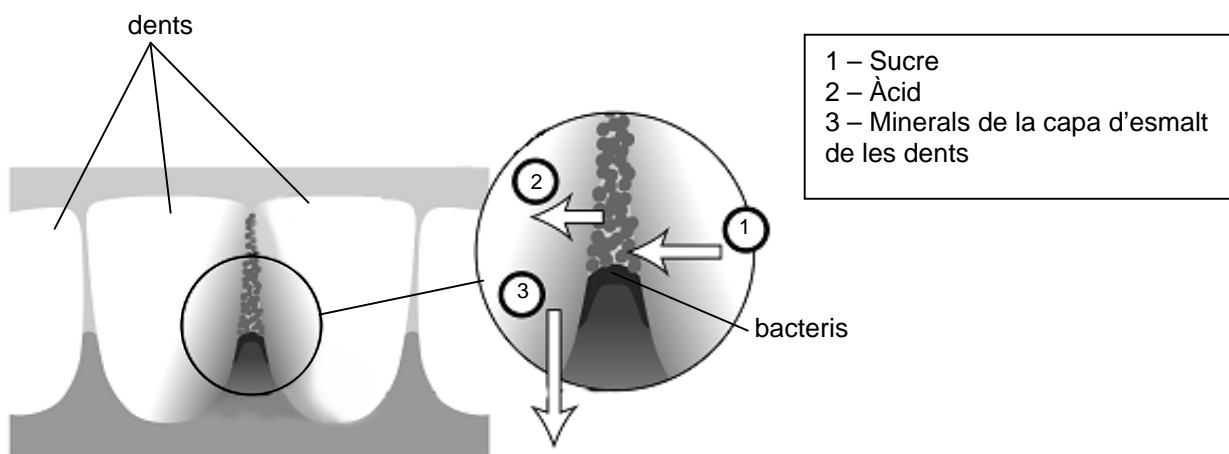
Actualment, sabem moltes coses de les càries. Per exemple:

Els bacteris que causen les càries s'alimenten de sucre.

El sucre es transforma en àcid.

L'àcid fa malbé la superfície de les dents.

Raspallar-se les dents ajuda a prevenir les càries.



Pregunta 1: CÀRIES DENTAL

Quin és el paper dels bacteris en la càries dental?

- A Els bacteris produeixen esmalt.
- B Els bacteris produeixen sucre.
- C Els bacteris produeixen minerals.
- D Els bacteris produeixen àcids.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: CÀRIES DENTAL

Puntuació màxima

Codi 1:D. Els bacteris produeixen àcids.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Emprar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

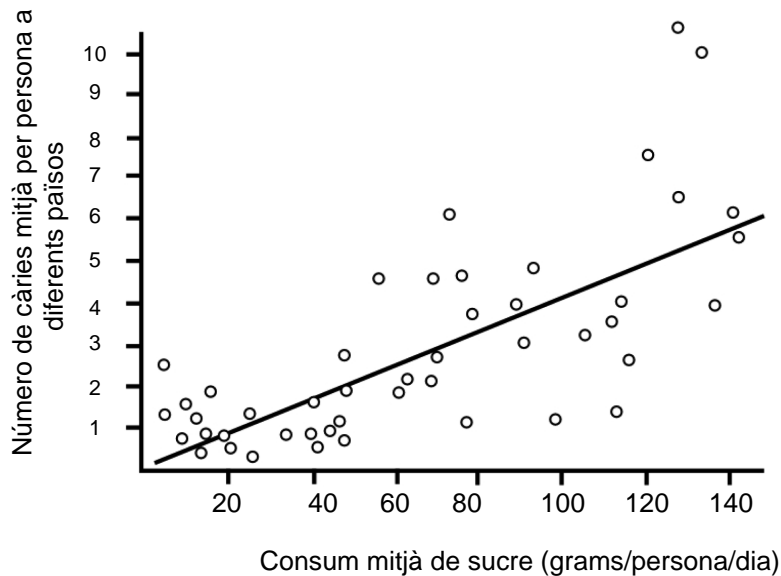
La informació sobre les càries dentals s'ofereix mitjançant un diagrama i un text associat. L'alumnat ha de seleccionar la conclusió que es desprèn de la informació donada.

Atès que els coneixements científics necessaris per resoldre la pregunta afecten només la capacitat d'utilitzar determinades proves per extreure una conclusió, l'ítem que s'avalua principalment és "Coneixement sobre la ciència".

Aquest ítem va funcionar bé en la prova pilot; va mostrar uns bons nivells de discriminació i va demostrar ser relativament senzill.

Pregunta 2: CÀRIES DENTAL

El següent gràfic mostra el consum de sucre i la quantitat de càries a diferents països. Al gràfic, cada país està representat per un punt.



Quina de les afirmacions següents està justificada **per les dades del gràfic**?

- A. En alguns països, la gent es raspalla les dents més freqüentment que en d'altres.
- B. Com més sucre menja la gent, més probabilitat hi ha de tenir càries.
- C. En els últims anys, la taxa de càries s'ha incrementat a molts països.
- D. En els últims anys, el consum de sucre s'ha incrementat a molts països.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: CÀRIES DENTAL

Puntuació màxima

Codi 1:C. Com més sucre es menja, més probabilitat hi ha de tenir càries.

Cap puntuació

Codi 0:Altres respostes.

Codi 9:Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: *Personal*

Aquest ítem va funcionar raonablement bé en la prova pilot. Era de dificultat mitjana amb uns bons nivells de discriminació.

Com en l'ítem anterior, la categoria de coneixement és "Explicacions científiques" i la competència implicada és "Utilitzar proves científiques". Aquesta vegada, tanmateix, les dades (proves) s'ofereixen en forma gràfica. Per tal d'interpretar el gràfic correctament, es requereix una comprensió clara de quines són les variables representades.

Pregunta 3: CÀRIES DENTAL

Un país té un nombre elevat de persones amb càries.

Es poden respondre les següents qüestions sobre la càries dental en aquest país mitjançant experiments científics? Encercla "Sí" o "No" a cada pregunta.

Es pot respondre aquesta pregunta sobre la càries dental mitjançant experiments científics?	Sí o No?
Hauria d'haver una llei per tal que els pares donessin gotes de fluor als seus fills?	Sí / No
Quin seria l'efecte d'afegir fluor a l'aigua potable sobre les càries dentals?	Sí / No
Quin hauria de ser el preu d'una visita al dentista?	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: CÀRIES DENTAL

Puntuació màxima

Codi 1: Les dues respostes correctes: Sí, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Aquest ítem requereix que els alumnes distingeixin entre preguntes que es poden resoldre mitjançant l'experimentació científica i aquelles que no poden. Implica principalment l'aplicació d'un coneixement sobre la metodologia científica i, per tant, s'enquadra dins de la categoria de coneixement de "Recerca científica". La classificació de competència és clarament "Identificar temes científics".

L'anàlisi de la prova pilot va situar aquest ítem en la categoria de dificultat mitjana. Va mostrar uns bons nivells discriminació.

Pregunta 4: CÀRIES DENTAL

Quin interès tens per la informació següent?

Marca només una casella per fila.

	<i>Interès alt</i>	<i>Interès mitjà</i>	<i>Interès baix</i>	<i>Cap interès</i>
a) Observar amb un microscopi com són les bacteries que provoquen la càries	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Obtenir informació sobre el desenvolupament d'una vacuna per prevenir la càries dental	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Entendre per què els aliments sense sucre poden causar càries dental	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès*

Aquest ítem estava dissenyat per avaluar l'interès de l'alumnat envers els aspectes científics de la càries dental. Com tots els ítems actitudinals, ve al final de la unitat per tal que l'alumnat estigui familiaritzat amb el context abans d'haver de contestar quines són les seves opinions.

L'anàlisi exploratòria de factors realitzada en la prova pilot va demostrar que les tres afirmacions incidien significativament en la dimensió "interès".

TREBALL CALORÓS

Pregunta 1: TREBALL CALORÓS

En Pere fa obres en una casa antiga. Ha deixat una ampolla d'aigua, alguns claus de metall i una peça de fusta a l'interior del seu cotxe. El cotxe ha estat al sol durant tres hores i la temperatura del seu interior ha arribat prop dels 40 °C.

Què els passa als objectes del cotxe? Encercla "Sí" o "No" a cada afirmació.

Passa això a l'objecte (o als objectes)?	Sí o No?
Tots tindran la mateixa temperatura	Sí o No
Després d'una estona, l'aigua començarà a bullir	Sí o No
Després d'una estona, els claus de metall es tornaran incandescents	Sí o No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: TREBALL CALORÓS

Puntuació màxima

Codi 1: Les quatre correctes: Sí, No, No, en aquesta ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

Aquesta unitat té un "estil" diferent a altres unitats d'aquesta recopilació d'exemples. No té un estímul comú i pertany a una sèrie d'unitats dissenyades per posar de manifest algunes de les principals idees falses més comuns sobre conceptes científics fonamentals. Només s'ha incl's una d'aquestes unitats en l'estudi principal degut a les limitacions d'espai i a l'escassa informació que molts d'aquests ítems oferien sobre els nivells generals de competència científica de l'alumnat.

Els resultats de la prova pilot per a aquests ítem van mostrar la presència significativa d'idees falses entre l'alumnat, com ho demostra el fet que menys d'un 20% respongués correctament que "Tots tindran la mateixa temperatura". No hi havia virtualment cap diferència en la mitjana d'habilitat entre aquells que van contestar correctament i aquells que no ho van fer. En general, els nois van respondre més

correctament que les noies. El 75% de l'alumnat va respondre correctament tant la segona com la tercera de les afirmacions.

Pregunta 2: TREBALL CALORÓS

Com a beguda durant el dia, en Pere té una tassa de cafè calent, a una temperatura d'uns 90°C, i una tassa d'aigua mineral, a una temperatura d'uns 5°C. Les tasses tenen la mateixa mida i són fetes del mateix material, i el volum de cada beguda és el mateix. En Pere deixa les tasses en una habitació on la temperatura és d'uns 20°C.

Quines seran les temperatures més probables del **cafè** i de l'**aigua mineral** després de 10 minuts?

- A. 70 °C i 10 °C
- B. 90 °C i 5 °C
- C. 70 °C i 25 °C
- D. 20 °C i 20 °C

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: TREBALL CALORÓS

Puntuació màxima

Codi 1: A. 70 °C i 10 °C

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de ciència i de tecnologia

Context: Personal

Com va passar amb molts dels ítems sobre "idees falses", el context d'aquest ítem era bastant artificios i aquesta va ser la raó per la qual es va eliminar de l'estudi principal.

En la prova pilot, l'ítem va mostrar una discriminació adequada i va ser contestat correctament per aproximadament el 50% de l'alumnat.

Pregunta 3: TREBALL CALORÓS

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca únicament una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Cap Interès</i>
a) Comprendre com afecta la forma de la tassa a la velocitat a la qual el cafè es refreda.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Aprendre sobre les diferents disposicions dels àtoms en la fusta, l'aigua i l'acer.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saber per què diferents sòlids condueixen la calor d'una manera diferent.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: Actitudinal

Actitud: Interès en adquirir coneixement sobre la ciència

En aquest ítem, l'interès en la ciència es mostra mitjançant l'expressió, per part de l'alumnat, del grau d'informació que volen adquirir respecte a com afecta l'estructura dels materials a la transferència de la calor. Aquest ítem es troba al final de la unitat per tal de permetre que l'alumnat es familiaritzi amb el context abans d'haver de donar la seva opinió.

L'anàlisi exploratòria de factors va mostrar que les tres afirmacions entraven significativament en la dimensió "interès". En comparació amb altres contextos utilitzats en la prova pilot, l'interès mostrat en adquirir informació científica relativa a aquest context és molt baix. Això és particularment veritat per a les dues primeres afirmacions.

VEROLA DELS RATOLINS

Hi ha molts tipus de virus de la verola que causen aquesta malaltia en els animals. Cada tipus de virus, normalment, infecta una única espècie animal. En una revista, es diu que un científic ha utilitzat l'enginyeria genètica per tal de modificar l'ADN del virus de la verola dels ratolins. El virus modificat mata tots els ratolins que infecta.

El científic diu que la investigació sobre la modificació genètica dels virus és necessària per tal de controlar les plagues que malmeten els aliments humans. Els crítics d'aquesta investigació diuen que els virus poden escapar dels laboratoris i infectar altres animals. També estan amoïnats perquè aquests virus modificats que infecten només una espècie podrien infectar altres espècies, especialment la humana. Els humans són infectats per un virus variòlic anomenat virus de la verola humana.

El virus de la verola humana mata la majoria dels infectats. Es pensa que aquesta malaltia ha estat eliminada de la població humana, però encara es guarden mostres del virus de la verola humana als laboratoris d'arreu del món.

Pregunta 1: VEROLA DELS RATOLINS

Els crítics han mostrat preocupació perquè el virus podria infectar altres espècies a banda dels ratolins. Quina de les raons següents justifica **millor** aquesta preocupació?

- A Els gens del virus de la verola humana i els gens del virus modificat genèticament són idèntics.
- B Una mutació a l'ADN del virus de la verola dels ratolins podria fer que el virus infectés altres animals.
- C Una mutació podria fer que l'ADN del virus de la verola dels ratolins fos idèntic a l'ADN del de la verola humana.
- D El nombre de gens que té el virus de la verola dels ratolins és el mateix que el d'altres virus de la verola.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: VEROLA DELS RATOLINS

Puntuació màxima

Codi 1: B. Una mutació a l'ADN del virus de la verola dels ratolins podria fer que el virus infectés altres animals.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Global

El context de la modificació o mutació genètica, que implica els efectes de la introducció de noves espècies en ecosistemes establerts, i els perills de malalties “saltant” d’una espècie a altra, són temes extremadament important.

Tanmateix, aquest ítem no va funcionar en la prova pilot. La seva discriminació va ser pobre, i la variabilitat entre els països era d’un nivell inacceptable, cosa que indicava, potser, que els continguts científics de l’ítem no formaven part dels currículums d’alguns països. A més, l’habilitat mitjana de l’alumnat que va escollir el distractor C era propera a l’habilitat mitjana dels alumnes que van escollir l’opció correcta (B). Per tant, aquest ítem no va considerar-se per a la seva inclusió en l’estudi principal.

Pregunta 2: VEROLA DELS RATOLINS

A una de les persones que estava en contra d’aquest tipus d’investigació li preocupava el fet que el virus modificat pogués escapar d’un laboratori. Si això passava, el virus podria causar l’extinció d’algunes espècies de ratolins.

Són possibles els resultats següents si algunes espècies de ratolins s’extingueixen?
Encercla “Sí” or “No” a cada cas.

És possible aquest resultat si s’extingueixen algunes espècies de ratolins?	Si o No?
Algunes cadenes alimentàries podrien resultar afectades.	Sí / No
Els gats domèstics podrien morir per falta d’aliments.	Sí / No
Aquelles plantes, les llavors de les quals es mengen els ratolins, podrien multiplicar-se d’una manera temporal.	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: VEROLA DELS RATOLINS

Puntuació màxima

Codi 1: Les tres respostes correctes: Sí, No, Sí, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d’ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar els fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d’aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Global

Per respondre correctament la pregunta cal tenir certs coneixement sobre les cadenes alimentàries. Més que utilitzar una sèrie de proves per extreure una conclusió, l'alumnat ha de predir els efectes de l'eliminació de components de la cadena alimentària. Per tant, la classificació és "Explicar els fenòmens científicament – Coneixement dels sistemes vius".

En la prova pilot, l'ítem va mostrar un nivell de discriminació adequat i va presentar un grau de dificultat mitjana.

Pregunta 3: VEROLA DELS RATOLINS

Una empresa prova de desenvolupar un virus que esterilitzi els ratolins. Aquest virus podria ajudar a controlar la població de ratolins.

Suposeu que l'empresa té èxit. La investigació científica hauria de respondre aquestes preguntes abans d'alliberar el virus? Encercla "Sí" or "No" en cada cas.

S'haurien de respondre aquestes preguntes abans d'alliberar el virus?	Sí o No?
Quin és el millor mètode per propagar el virus?	Sí / No
Quant de temps tardaran els ratolins en desenvolupar immunitat contra el virus?	Sí / No
Afectarà el virus a d'altres espècies animals?	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: VEROLA DELS RATOLINS

Puntuació màxima

Codi 1: Les tres respostes correctes: Sí, Sí, Sí.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament / Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència) / Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Social

Aquest ítem va tenir bastant bons resultats en la prova pilot, amb un nivell de discriminació adequada. El grau de dificultat de l'ítem es va situar en l'extrem inferior del nivell mitjà.

Tot i això, no es va considerar aquest ítem per a la seva inclusió en l'estudi principal perquè avaluava en proporcions força considerables tant "El coneixement sobre la ciència" com "El coneixement de la ciència". Per decidir si s'han de respondre les preguntes abans de deixar anar el virus es necessita un coneixement dels sistemes vius; i per decidir si la investigació científica pot respondre les preguntes es requereix un coneixement sobre la metodologia de la ciència.

Pregunta 4: VEROLA DELS RATOLINS

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Cap Interès</i>
a) Aprendre sobre l'estructura dels virus	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Conèixer com muten els virus	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendre millor com es defensa el cos contra els virus	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

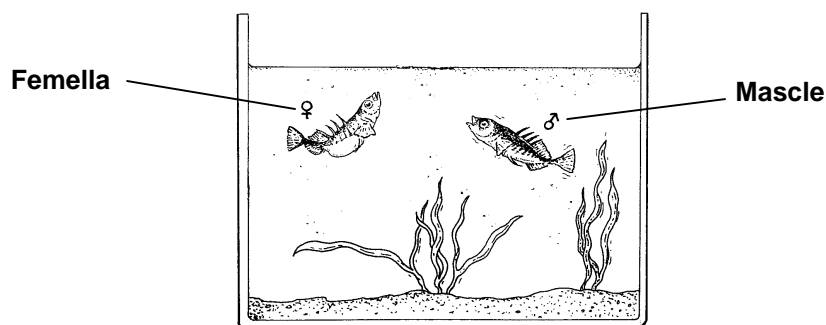
Actitud: *Interès*

Aquest ítem pretén avaluar l'interès de l'alumnat en els elements del context que tenen a veure amb el comportament dels virus i en la manera com les defenses del cos funcionen contra els virus. Com tots els ítems actitudinals, es posa al final de la unitat per tal de permetre l'alumnat familiaritzar-se amb el context abans de demanar la seva opinió.

L'anàlisi exploratòria de factors de la prova pilot va mostrar que les tres afirmacions entraven significativament en la dimensió "interès". Es va mostrar més interès a entendre millor com el cos es defensa contra els virus (afirmació C) que en les altres dues opcions.

COMPORTAMENT DEL PUNXOSET

Una subespècie marina del punxoset és fàcil de mantenir als aquaris.

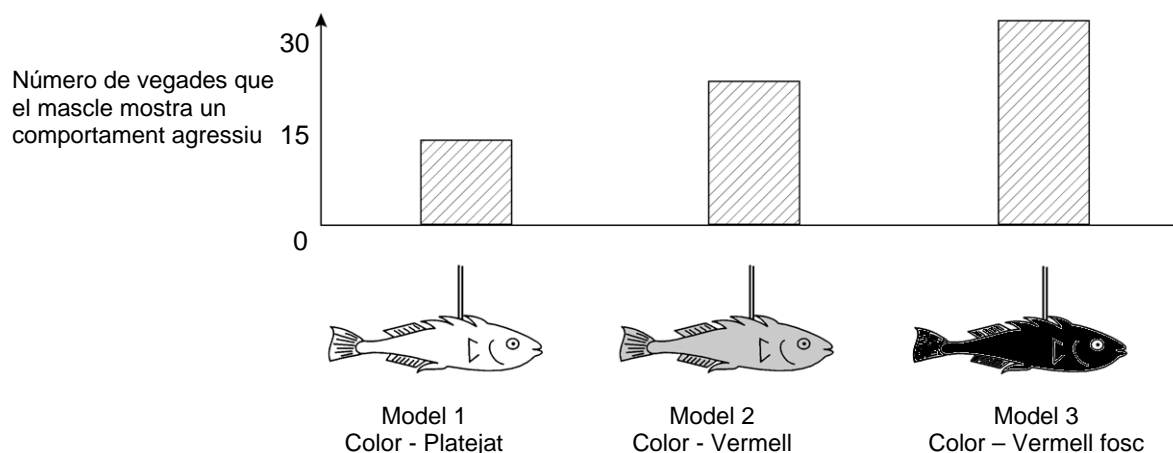


- Durant l'època de reproducció, l'abdomen del punxoset mascle canvia de color platejat a vermell.
- El punxoset mascle atacarà qualsevol altre mascle competidor que arribi al seu territori, i intentarà fer-lo fugir.
- Si una femella de color platejat s'aproxima, ell intentarà guiar-la al seu niu per tal que deixi allà els seus ous.

Un alumne vol estudiar, mitjançant experimentació, què fa que el punxoset mascle mostri un comportament agressiu.

A l'aquari d'aquest alumne hi ha un únic punxoset mascle. L'alumne ha fet tres models de cera units a peces de filferro. Penja aquests models per separat a l'aquari, cada un durant el mateix temps. L'alumne compta el número de vegades que el punxoset mascle reacciona contra la figura de cera.

A continuació, es mostren els resultants d'aquest experiment.



Pregunta 1: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET

Quina és la pregunta que s'intenta resoldre amb aquest experiment?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET***Puntuació màxima***

Codi 1: Quin color provoca el comportament més agressiu per part del punxoset mascle?

- El punxoset mascle reacciona de manera més agressiva contra la coloració vermella que contra la coloració platejada?
- Hi ha cap relació entre la coloració i el comportament agressiu?
- És el color del peix la causa de l'agressivitat del mascle?
- Quin color de peix és més amenaçador per al punxoset?

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes (incloses totes aquelles que no facin referència al color de l'estímul/model/peix).

- Quin color provocarà la conducta agressiva del punxoset mascle? (falta l'aspecte comparatiu)
- Determina el color de l'espínos femella l'agressivitat del mascle? (el primer experiment no s'ocupa del gènere del peix)
- Davant de quin dels models reacciona amb més agressivitat el punxoset mascle? (S'ha d'esmentar el color del model/peix)

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Frontera de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

L'ítem ofereix tota la informació rellevant sobre l'experiment i, per tant, entra en la classificació de "Coneixement sobre la ciència". La classificació contextual (Personal; fronteres de la ciència i de la tecnologia) està d'acord amb el descriptor del marc: "ampliar la comprensió del món natural").

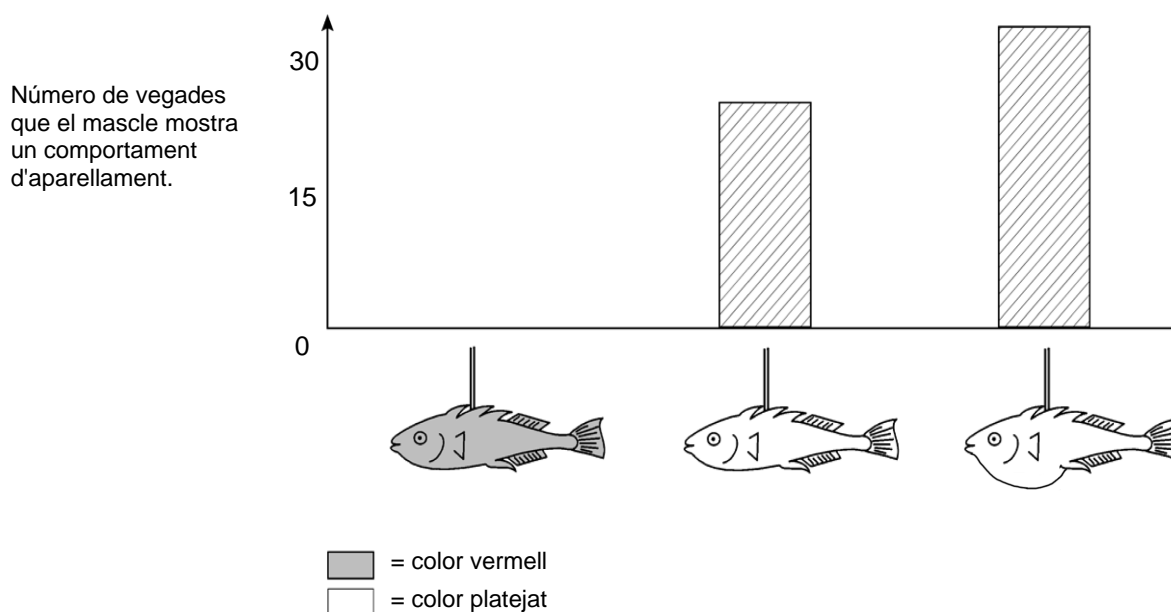
En el pilotatge, l'ítem va mostrar un nivell de discriminació adequat, però en general va resultar difícil, com ho indica que només el 25% d'alumnat obtingués puntuació. Aquesta unitat no es va incloure en l'estudi principal perquè es va considerar el seu contingut menys rellevant per a la vida quotidiana dels joves de 15 anys que el d'altres unitats, i també per la seva excessiva càrrega de lectura.

Pregunta 2: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET

Durant l'època de reproducció, si el mascle veu una femella, intentarà atraure-la mitjançant un comportament d'aparellament que sembla una dansa. En un segon experiment, s'investiga aquest comportament d'aparellament.

Una altra vegada, s'utilitzen tres models de cera units a filferro. Un és de color vermell; dos són de color platejat; un té l'abdomen pla i l'altre rodó. L'alumne compta el número de vegades (en un temps determinat) que el punxoset mascle reacciona contra cada un dels models exhibint un comportament d'aparellament.

A continuació és mostren els resultants d'aquest experiment.



Tres alumnes arriben a tres conclusions basades en els resultants d'aquest segon experiment.

Són correctes les seves conclusions segons la informació que aporta el gràfic?
Encercla "Sí" o "No" per a cada conclusió.

És correcta aquesta conclusió segons la informació del gràfic?	Sí o No?
El color vermell causa el comportament d'aparellament del punxoset mascle.	Sí / No
Una femella d'abdomen pla és la causa que provoca un major nombre de vegades l'adopció del comportament d'aparellament del punxoset mascle.	Sí / No
El punxoset mascle adopta una conducta d'aparellament amb més freqüència davant d'una femella d'abdomen rodó que davant d'una femella d'abdomen pla.	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET***Puntuació màxima***

Codi 1: Les tres respostes correctes: No, No, Sí, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

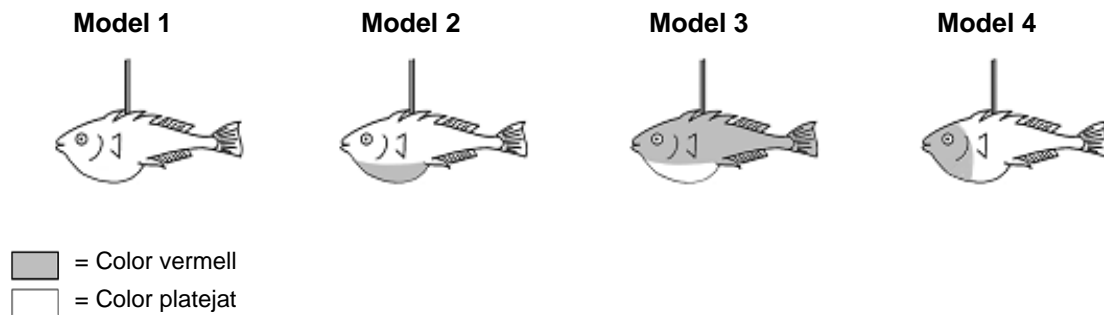
A l'hora d'interpretar les dades que es presenten gràficament, l'alumnat explica els significats inherents en aquesta informació sense basar-se en cap informació externa. Per tant, aquest ítem es classifica com "Coneixement sobre la ciència", categoria: "explicacions científiques".

En la prova pilot, l'ítem va resultar ser relativament fàcil amb molt bona discriminació. En termes generals, les noies van obtenir millors resultats que els nois.

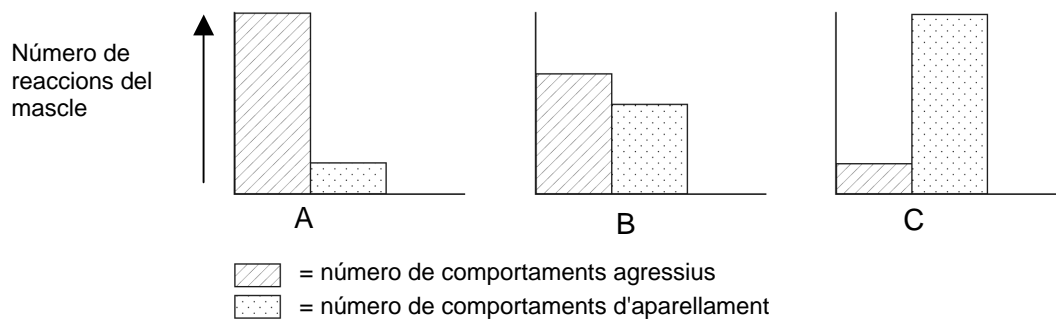
Pregunta 3: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET

Els experiments han demostrat que el punxoset mascle reacciona amb un comportament agressiu contra models d'abdomen vermell, i amb un comportament d'aparellament davant dels models d'abdomen platejat.

En un tercer experiment, es van utilitzar els quatre models següents, per torns:



Els tres diagrames següents mostren les possibles reaccions d'un punxoset mascle a cada un dels models anteriors.



Quina d'aquestes reaccions es podria predir a partir de cada model?

Escriu a la taula següent A, B o C com a resultat de cada model.

	Reacció
Model 1	
Model 2	
Model 3	
Model 4	

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: COMPORTAMENT DEL PUNXOSET

Puntuació màxima

Codi 2: Les quatre respostes correctes: C, A, C, B, en aquest ordre.

Puntuació parcial

Codi 1: Tres de les quatre respostes correctes.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda tancada

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

Aquest ítem no va funcionar bé en la prova pilot. El nivell de discriminació era baix i només un terç de tot l'alumnat va obtenir puntuació màxima o parcial. Malauradament, no es va obtenir informació sobre quina(es) part(s) va(n) causar més dificultats. En general, les noies van obtenir més respostes correctes que els nois.

FUMAR TABAC

El tabac es fuma en forma de cigarretes i cigars, o en pipa. Els estudis demostren que les malalties relacionades amb el tabac maten al voltant de 13.500 persones cada dia arreu del món. El 2020, les malalties relacionades amb el tabac causaran el 12% de les morts.

El fum del tabac conté moltes substàncies nocives. Les més perjudicials són el quitrà, la nicotina i el monòxid de carboni.

Pregunta 1: FUMAR TABAC

El fum del tabac que s'inhala va als pulmons. El quitrà del fum es diposita en els pulmons i fa que no treballin correctament.

Quina de les següents és una funció dels pulmons?

- A. Bombar sang oxigenada a totes les parts del cos.
- B. Transferir part de l'oxigen de l'aire que respirem a la sang.
- C. Purificar la sang reduint a zero el contingut de diòxid de carboni.
- D. Convertir les molècules de diòxid de carboni en molècules d'oxigen.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: FUMAR TABAC

Puntuació màxima

Codi 1:B. Transferir part de l'oxigen de l'aire que respirem a la sang.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

Aquesta unitat va obtenir una alta puntuació per part dels representants dels països perquè fos inclosa en l'estudi principal. Aquest ítem en particular no tracta directament el consum de tabac, sinó el funcionament dels pulmons. Per obtenir la puntuació l'alumnat havia de basar-se en el seu coneixement sobre la funció dels pulmons i, per tant, la classificació de l'ítem és "Coneixement de la ciència" i la categoria, "Sistemes vius".

La prova pilot va mostrar que l'ítem era relativament fàcil, amb un nivell de discriminació adequat. En termes generals, els nois van obtenir més respostes correctes que les noies.

Pregunta 2: FUMAR TABAC

Fumar tabac augmenta el risc de patir càncer de pulmó i altres malalties.

Fumar tabac augmenta el risc de patir les malalties següents? Encercla "Sí" o "No" per a cada cas.

Fumar fa que augmenti el risc de contreure aquesta maalltia?	Sí o No?
Bronquitis	Sí / No
VIH/SIDA	Sí / No
Verola	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: FUMAR TABAC***Puntuació màxima***

Codi 1: Les tres correctes: Sí, No, No en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

Aquest ítem compleix el requisit de tenir rellevància per a joves de 15 anys. És important que l'alumnat sàpiga que el VIH/SIDA i la verola són malalties causades per un virus, mentre que la bronquitis és una afecció pulmonar i, per tant, és més comú entre els fumadors que entre els no fumadors.

Però aquest ítem no va obtenir uns resultats satisfactoris en la prova pilot. Tot i que era generalment fàcil, com ho demostra el fet que prop d'un 70% de l'alumnat el va respondre correctament, hi ha una variació considerable en l'índex de dificultat entre uns països i altres. Per a un cert nombre de països, el nivell de discriminació va ser força baix. En termes generals, les noies van obtenir més respostes correctes que els nois.

Pregunta 3: FUMAR TABAC

Algunes persones usen pegats de nicotina per aconseguir deixar el tabac. Els pegats s'apliquen sobre la pell i deixen anar nicotina a la sang. Això ajuda a alleugerir els símptomes d'ansietat i d'abstinència que la gent té quan ha deixat de fumar.

Per estudiar l'efectivitat dels pegats de nicotina, s'ha triat a l'atzar un grup de 100 fumadors que volen deixar de fumar. Aquest grup serà estudiat durant sis mesos. L'efectivitat dels pegats de nicotina es mesurarà determinant quantes persones del grup no han tornat a fumar al final de la investigació.

Quin dels models següents serà millor per fer l'experiment?

- A. Totes les persones del grup porten els pegats.
- B. Totes porten pegats excepte una persona que intenta deixar de fumar sense usar-ne.
- C. La gent tria si usará o no els pegats per aconseguir deixar de fumar.
- D. Es tria a l'atzar la meitat de les persones perquè usin els pegats mentre que l'altra meitat no els usará.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: FUMAR TABAC***Puntuació màxima***

Codi 1: D. Es tria a l'atzar la meitat de les persones perquè usin els pegats i l'altra meitat no els usará.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal / Social

Es pot discutir si aquest ítem s'ocupa del manteniment de la salut personal (i, per tant, la classificació de context seria "Personal") o la salut de la comunitat (context: "Social").

Per respondre de manera correcta es requereix una bona comprensió de l'ús de grups de control comparatius a l'hora de dissenyar un experiment. La prova pilot va mostrar que l'ítem era de dificultat mitjana, però amb un bon nivell de discriminació. El distractor B era més feble que els altres dos distractors. En general, les noies van obtenir més respostes correctes que els nois.

Pregunta 4: FUMAR TABAC

Hi ha diversos mètodes per convèncer la gent que deixi de fumar.

Es basen en la tecnologia els mètodes següents per tractar el problema? Encercla "Sí" o "No" en cada cas.

Es basa en la tecnologia aquest mètode per reduir el consum de tabac?	Sí o No?
Augmentar el preu de les cigarretes	Sí / No
Fabricar pegats de nicotina per ajudar la gent a deixar de fumar.	Sí / No
Prohibir fumar en els llocs públics	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 4: FUMAR TABAC***Puntuació màxima***

Codi 1: Les tres correctes: No, Sí, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Identificar temes científics

Categoria del coneixement: Sistemes tecnològics (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Aquest ítem es va dissenyar per avaluar fins a quin punt l'alumnat comprèn què hi ha implicat en la tecnologia. Les opcions descriuen tres estratègies diferents per allunyar la gent del consum de tabac: una econòmica, una tecnològica/química i una de caràcter legislatiu. En el marc de l'avaluació, el coneixement del paper de la tecnologia basada en la ciència està classificat en el marc com a "Coneixement sobre la ciència", categoria "Sistemes tecnològics".

L'ítem va tenir bons resultats en la prova pilot. L'anàlisi va mostrar que era de dificultat mitjana i que tenia un bon nivell de discriminació.

Pregunta 5: FUMAR TABAC

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Interès Nul</i>
Saber fins a quin punt el quitrà redueix l'eficàcia dels pulmons	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
Comprendre per què la nicotina és addictiva	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
Saber com es recupera el cos després d'haver deixat de fumar	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès*

L'anàlisi exploratòria de factors va mostrar que la primera afirmació incidia de manera significativa en la dimensió "interès per la ciència", però que hi havia una incidència encara més gran en una altra dimensió que representaria l'interès/preocupació per la salut i el benestar. Les altres dues afirmacions van tenir resultats inconsistents arreu dels països. Encara que aquesta unitat s'hagués inclòs en l'estudi principal, l'ítem s'hauria omès a partir d'aquestes observacions.

LA LLUM DE LES ESTRELLES

Al Jordi li agrada mirar les estrelles. Tanmateix, no pot observar molt bé les estrelles a la nit perquè viu en una gran ciutat.

L'any passat, en Jordi va viatjar pel seu país i va pujar a una muntanya on va observar moltes estrelles que no podia veure a la seva ciutat.



Pregunta 1: LA LLUM DE LES ESTRELLES

Per què es poden veure moltes més estrelles al camp que a la ciutat?

- A. La lluna és més brillant a les ciutats i impedeix veure la llum de moltes estrelles.
- B. Hi ha més pols que reflecteix la llum a l'aire del camp que a l'aire de la ciutat.
- C. La resplendor dels llums de la ciutat fa difícil veure moltes estrelles.
- D. L'aire és més calent a les ciutats a causa de la calor emesa pels cotxes, les màquines i les cases.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: LA LLUM DE LES ESTRELLES

Puntuació màxima

Codi 1: C. La resplendor dels llums de la ciutat fa difícil veure moltes estrelles.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes de la Terra i l'espai (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Medi ambient

Context: Social

En aquest ítem, el coneixement de l'alumnat sobre la capacitat que té la llum extrínseca per apagar la brillantor de les estrelles és necessari per seleccionar la resposta correcta. Per tant, la classificació és "Explicar fenòmens científicament – Sistemes de la Terra i l'espai".

L'ítem va funcionar prou bé en la prova pilot, amb un nivell de discriminació adequat i amb una evidència mínima de desviació per qüestions de gènere o culturals. El 65% de l'alumnat va respondre correctament.

Pregunta 2: LA LLUM DE LES ESTRELLES

En Jordi usa un telescopi amb una lent de gran diàmetre per observar les estrelles de poca brillantor.

Per què fer servir un telescopi amb una lent de gran diàmetre fa possible observar estrelles de poca brillantor?

- A. Com més gran és una lent, més llum recull.
- B. Com més gran és una lent, més amplia la imatge.
- C. Les lents grans permeten veure més tros de cel.
- D. Les lents grans poden detectar els colors foscos de les estrelles.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: LA LLUM DE LES ESTRELLES***Puntuació màxima***

Codi 1: A. Com més gran és una lent, més llum recull.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria del coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

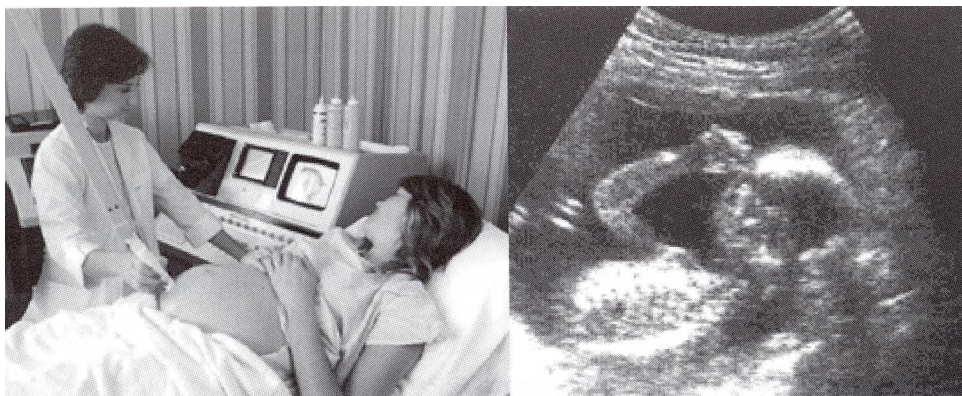
Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

En comparació amb altres ítems de la prova pilot, els representants dels països van puntuar aquest ítem bastant baix a l'hora de considerar la seva inclusió en l'estudi principal. L'ítem mostrava uns nivells de discriminació adequats i era de dificultat mitjana en la prova pilot. Sorprenentment, el distractor D (seleccionat pel 45% de l'alumnat) va ser molt més popular que la resposta correcta A (seleccionada per aproximadament el 30% de l'alumnat). En general, els nois van respondre més correctament que les noies.

ULTRASONS

En molts països es poden fer imatges d'un fetus (un bebè en desenvolupament) mitjançant una imatge d'ultrasons. Els ultrasons es consideren segurs tant per a la mare com per al fetus.



La metge sosté una sonda i la mou per damunt del ventre de la mare. Les ones ultrasòniques es transmeten dins de l'abdomen i després són reflectides des de la superfície del fetus. La sonda recupera aquestes ones reflectides i les retransmet a una màquina que produeix una imatge.

Pregunta 1: ULTRASONS

Per crear una imatge, la màquina d'ultrasons ha de calcular la **distància** entre el fetus i la sonda.

Les ones ultrasòniques es mouen a través de l'abdomen a una velocitat de 1540 m/s. Quina medicció ha de fer la màquina per poder calcular la distància?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: ULTRASONS

Puntuació màxima

Codi 1: La màquina ha de mesurar el temps que triguen les ones ultrasòniques a viatjar des de la sonda a la superfície del fetus i a reflectir-se.

- El temps que triga l'ona ultrasònica a viatjar des de la sonda i tornar.
- El temps.
- Temps. Distància = velocitat / temps (Encara que la fórmula és incorrecta, l'alumnat ha identificat correctament que la variable que falta és "el temps").
- Ha d'esbrinar en quin moment l'ultrasò localitza el bebè.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

- La distància.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

El context d'aquesta unitat té una forta rellevància en les vides dels ciutadans, en particular de les dones. El primer ítem es diferencia dels altres dos ítems de la unitat ja que s'ocupa del contingut científic que hi ha darrere de la tecnologia en lloc de fer-ho en els efectes o en les funcions de la tecnologia aplicada. En general, els nois van respondre més correctament que les noies.

Només un 20% de l'alumnat va contestar correctament aquest ítem en la prova pilot, que no obstant això va mostrar un nivell de discriminació molt bo.

Pregunta 2: ULTRASONS

També es pot obtenir una imatge d'un fetus utilitzant raigs X. No obstant, s'avisava les dones que evitin els raigs X a l'abdomen durant l'embaràs.

Per què una dona ha d'evitar els raigs X a l'abdomen durant l'embaràs?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: ULTRASONS

Puntuació màxima

Codi 1: Els raigs X causen danys a les cèl·lules del fetus.

- Els raigs X fan mal al fetus.
- Els raigs X poden causar una mutació al fetus.
- Els raigs X poden causar anormalitats al fetus.
- Perquè el bebè es podria veure afectat per les radiacions.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- Els raigs X no presenten una imatge clara del fetus.
- Els raigs X emeten radiació.
- El bebè pot agafar síndrome de Down.
- La radiació és dolenta. (Aquesta resposta és massa vaga. El dany potencial al fetus ha de mencionar-se explícitament.)
- Pot fer que sigui més difícil per a la mare tenir un altre fill. (Aquesta és una raó per evitar la sobre-exposició als raigs X en general.)

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

Els resultats de la prova pilot van mostrar que aquest ítem era bastant fàcil, com evidencia que el 75% de l'alumnat va respondre correctament. El nivell de discriminació era adequat i no hi havia dificultats òbvies entre els diferents països. Com era d'esperar, el percentatge de noies que van contestar correctament és més elevat que el dels nois.

Pregunta 3: ULTRASONS

Els exàmens per ultrasons de les mares embarassades poden respondre a les qüestions següents? Encercla "Sí" o "No" a cada qüestió.

Un examen ecogràfic pot respondre a aquesta pregunta?	Sí o No?
Hi ha més d'un bebè?	Sí / No
Quin color d'ulls té el bebè?	Sí / No
Té el bebè la mida normal?	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: ULTRASONS***Puntuació Màxima***

Codi 1: Totes tres correctes: Sí, No, Sí en aquest ordre.

Cap Puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal

L'ítem es pot contestar a partir del coneixement sobre la natura de l'ultrasò i d'allò que pot detectar; per tant, la classificació és "Sistemes físics". Tanmateix, l'ítem també es pot contestar a partir de la familiaritat personal amb la tecnologia de la captació d'imatges per ultrasons, cosa que simplifica molt la resposta. Això va contribuir a la decisió de no incloure aquesta unitat en l'estudi principal.

Pregunta 4: ULTRASONS

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès baix</i>	<i>Cap interès</i>
a) Comprendre com penetren els ultrasons el cos humà sense causar-li danys.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Saber més coses sobre les diferències entre els raigs X i els ultrasons.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Conèixer altres usos mèdics dels ultrasons.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès en aprendre sobre la ciència*

L'anàlisi exploratòria de factors va mostrar que totes tres afirmacions entraven en la dimensió "interès en la ciència", però que cada afirmació entrava més fortament en una dimensió que presumiblement mesuraria l'interès/la preocupació per la salut i el benestar. Això és cert per a l'afirmació b), així com per a l'a) i la c), tot i que no estan tant directament implicades en els temes de benestar i salut. Això és probablement una conseqüència del fet que l'ítem està immers en un context clarament "orientat cap a la salut".

VERNÍS DE LLAVIS

El quadre següent mostra dues fórmules diferents de cosmètics que tu mateix pots elaborar.

La barra de llavis és més dura que el vernís de llavis, que és més tou i cremós.

Vernís de llavis	Barra de llavis
<p>Ingredients: 5 g d'oli de ricí 0,2 g de cera d'abella 0,2 g de cera de palma 1 cullereta de te de colorant 1 gota d'aroma</p> <p>Instruccions: Escalfa l'oli i els dos tipus de cera al bany maria fins que obtinguis una barreja homogènia. Després afegeix el colorant i l'aroma i barreja-ho tot.</p>	<p>Ingredients: 5 g d'oli de ricí 1 g de cera d'abella 1 g de cera de palma 1 cullerada de te de colorant 1 gota d'aroma</p> <p>Instruccions: Escalfa l'oli i la cera al bany maria fins que obtinguis una barreja homogènia. Després afegeix el colorant i l'aroma i barreja-ho tot.</p>

Pregunta 1: VERNÍS DE LLAVIS

Per fer una barra de llavis o un vernís de llavis, l'oli i la cera es barregen. El colorant i l'aroma s'afegeixen després.

La barra de llavis feta amb aquesta recepta és dura i difícil d'utilitzar. Com canviaries les proporcions dels ingredients per fer una barra més suau?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: VERNÍS DE LLAVIS

Puntuació màxima

Codi 1: Les respostes han d'indicar que afegeixes menys cera I/O més oli.

- Podria utilitzar-se una mica de cera d'abella o de cera de palma.
- Afegir-hi més oli de ricí.
- Posar-hi 7 g d'oli.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- Si s'escalfa la barreja més temps, s'estovarà.
- No escalfant tant les ceres. (La pregunta interroga sobre els canvis en la proporció d'ingredients.)

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: *Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)*

Àrea d'aplicació: *Fronteres de la ciència i de la tecnologia*

Context: *Personal*

La cosmètica és un context rellevant en la vida diària en l'alumnat d'aquesta edat, tot i que es pot esperar que aquesta unitat generi més interès entre les noies que entre els nois.

Aquest ítem es pot contestar comparant les quantitats d'ingredients utilitzats en ambdues receptes per arribar així a una conclusió sobre la raó per la qual una recepta produeix una substància més suau que l'altra. Per tant, l'ítem es classifica com "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Explicacions científiques". Tanmateix, també ajuda a la seva solució el fet de tenir coneixement sobre les propietats dels principals ingredients (oli i cera) i, per tant, es podria també considerar classificar-lo com a "Coneixement de la ciència", categoria "Sistemes físics", competència: "Explicar fenòmens científicament".

En la prova pilot, aproximadament el 65% de l'alumnat va contestar correctament i el nivell de discriminació de l'ítem va ser satisfactori. Les noies van obtenir més respostes correctes que els nois, en general.

Pregunta 2: VERNÍS DE LLAVIS

Els olis i les ceres són substàncies que es barregen bé. L'aigua no es pot barrejar amb els olis, i les ceres no són solubles en l'aigua.

Què és més probable que passi si una gran quantitat d'aigua s'aboca de cop a la barreja de la composició de la barra de llavis mentre s'està escalfant?

- A Es produeix una barreja més cremosa i suau.
- B La barreja és més consistent.
- C La barreja gairebé no canvia.
- D A la barreja hi ha grumolls grassos que suren a l'aigua.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: VERNÍS DE LLAVIS

Puntuació màxima

Codi 1: D. A la barreja hi ha grumolls grassos que suren a l'aigua.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: *Elecció múltiple*

Competència: *Utilitzar proves científiques*

Categoria de coneixement: *Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)*

Àrea d'aplicació: *Fronteres de la ciència i de la tecnologia*

Context: *Personal*

Aquest ítem té menys rellevància per a la vida diària que els altres ítems de la unitat. L'alumnat ha de deduir, a partir de la informació donada a l'estímul, quina de les prediccions presentades és la més encertada. Per tant, l'ítem es classifica com a "Coneixement sobre la ciència", competència: "Explicacions científiques".

Aproximadament el 70% de l'alumnat va respondre correctament. Com en el cas de la pregunta 1, en general les noies van contestar més correctament que els nois.

Pregunta 3: VERNÍS DE LLAVIS

Quan s'afegeixen unes substàncies anomenades emulsionants, els olis i les ceras es poden barrejar bé amb l'aigua.

Per què el sabó i l'aigua treuen la pintura dels llavis?

- A. L'aigua conté emulsionants que permeten barrejar el sabó amb la pintura de llavis.
- B. El sabó actua com a emulsionant i permet barrejar l'aigua amb la pintura de llavis.
- C. Els emulsionants de la pintura de llavis permeten barrejar l'aigua i el sabó.
- D. El sabó i la pintura de llavis es combinen formant un emulsionant que es barreja amb l'aigua.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: VERNÍS DE LLAVIS**Puntuació màxima**

Codi 1: B. El sabó actua com a emulsionant i permet barrejar l'aigua amb la pintura de llavis.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: *Elecció múltiple*

Competència: *Utilitzar proves científiques*

Categoria de coneixement: *Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)*

Àrea d'aplicació: *Fronteres entre la ciència i la tecnologia*

Context: *Personal*

A diferència d'altres ítems de la unitat, no hi havia cap diferència marcada entre els resultats obtinguts per nois i noies en la prova pilot. Com en l'ítem anterior, s'ha de seleccionar entre les quatre opcions una explicació que concordi amb la informació

proporcionada. Per tant, aquest ítem té la mateixa classificació de coneixement i competència que l'ítem anterior.

L'ítem va funcionar bé en la prova pilot amb un grau de dificultat mitjà.

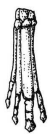
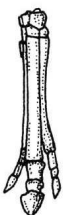

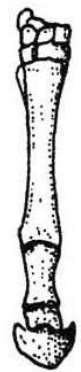
EVOLUCIÓ



La majoria dels cavalls tenen una silueta aerodinàmica i poden córrer molt ràpid.

Els científics han trobat esquelets fòssils d'animals semblants als cavalls. Els consideren els avantpassats dels cavalls actuals. Els científics també han pogut determinar el període en què les espècies fòssils van viure.

La taula de sota proporciona informació sobre tres d'aquestes espècies fòssils i sobre el cavall actual.

Nom	HYRACOTHERIUM	MESOHIPPUS	MERYCHIPPUS	EQUUS (cavall actual)
Període d'existència	Entre fa 55 i 50 milions d'anys	Entre fa 39 i 31 milions d'anys	Entre fa 19 i 11 milions d'anys	Des de fa 2 milions d'anys fins a l'actualitat
Esquelet de la pota (mateixa escala)				

Pregunta 1: EVOLUCIÓ

Quina informació de la taula indica que els cavalls actuals han evolucionat a partir dels tres fòssils descrits? Dóna'n detalls.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: EVOLUCIÓ

Puntuació màxima

Codi 1: Respostes que donin la idea d'una transformació gradual al llarg del temps

en l'estructura esquelètica de les potes (mida, número de dits).

- La pota es va allargar amb el temps.
- El nombre de dits ha disminuït.
- Els dits es van fusionar durant el període que va de 55 a 2 milions d'anys d'antiguitat.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- La pota ha canviat. (*No és prou precís*).
- S'anomenen *Hippus*.
- A mesura que ha anat passant el temps, els cavalls han perdut milions d'anys.
- Les mutacions genètiques són la causa de les transformacions. (*Correcte, però no contesta el que es demana a la pregunta*).
- Els ossos de la pota són semblants- (*Hauria d'esmentar, encara que fos de manera implícita, la idea de "canvi gradual"*).

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta de construcció oberta

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Global

Tot i que el coneixement avaluat en aquesta unitat no es pot considerar com de "rellevància per a la vida diària", s'implica amb un dels "temes més importants" de la ciència i la unitat s'hauria inclòs en l'estudi principal si hagués obtinguts resultats més satisfactoris en la prova pilot.

Aquest ítem implica fer una anàlisi comparativa de les dades de la taula per tal d'oferir una explicació científica. Per tant, es classifica com a "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Explicacions científiques". La versió inclosa aquí ha estat revisada des de la prova pilot, ateses les dificultats que es van trobar a l'hora de codificar de forma fiable la versió de la prova pilot.

Pregunta 2: EVOLUCIÓ

Quines altres investigacions haurien de dur a terme els científics per descobrir com van evolucionar els cavalls al llarg del temps?

Encercla "Sí" o "No" a cada una d'aquestes afirmacions.

Aquesta recerca ajudaria a saber com van evolucionar els cavalls al llarg del temps?	Sí o No?
Comparar el nombre de cavalls que van viure en períodes diferents.	Sí / No
Buscar esquelets dels avantpassats del cavall que van viure entre 50 i 40 milions d'anys enrere.	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: EVOLUCIÓ***Puntuació màxima***

Codi 1: Les dues respostes correctes: No, Sí, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Global

Aquest ítem demana quines proves més s'haurien de buscar per ajudar a respondre una pregunta científica. Per fer-ho, es necessita una certa familiaritat amb l'evolució o la selecció natural (per tant, "Coneixement de la ciència"). Tanmateix, d'altra banda, el principal coneixement necessari és reconèixer si la investigació a la qual es refereix és factible. Per tant, aquest ítem s'ha classificat com a "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Recerca científica".

Aquest ítem va funcionar bastant bé en la prova pilot amb un nivell de discriminació adequat i sense cap diferència remarcable entre països o sexes. Era de dificultat mitjana.

Pregunta 3: Evolució

Quina de les afirmacions següents s'acosta més a la teoria científica de l'evolució?

- a) La teoria no és creïble perquè no és possible veure canviar les espècies.
- b) La teoria de l'evolució és possible en el cas dels animals, però no es pot aplicar als humans.
- c) L'evolució és una teoria científica que avui dia es basa en moltes proves.
- d) L'evolució és una teoria que s'ha demostrat ser certa gràcies als experiments científics.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: EVOLUCIÓ***Puntuació màxima***

Codi 1: C. L'evolució és una teoria científica que avui dia es basa en moltes proves.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Global

Els resultats de la prova pilot van plantejar problemes amb aquest ítem. El distractor D va demostrar ser gairebé tant popular com l'opció correcta (C). A més, hi havia una considerable variabilitat en la dificultat de l'ítem entre els països i el nivell de discriminació va ser molt baix en alguns països. En la versió inclosa aquí, la formulació de C ha canviat lleugerament de la de la versió de la prova pilot.

Pregunta 4: EVOLUCIÓ

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Cap Interès</i>
a) Saber com es poden identificar els fòssils	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Aprendre més sobre el desenvolupament de la teoria de l'evolució	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Entendre millor l'evolució del cavall actual	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

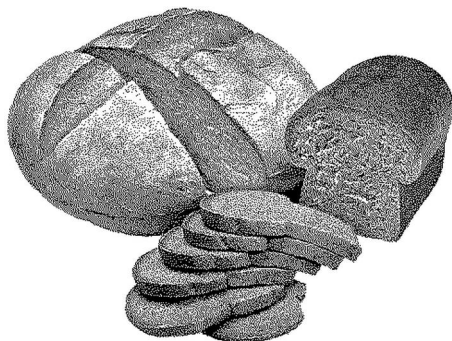
Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès en aprendre sobre la ciència*

Aquest ítem es va dissenyar per avaluar l'interès de l'alumnat en la ciència de l'evolució. Com tots els ítems actitudinals, es troba al final de la unitat per tal que l'alumnat s'hagi familiaritzat amb el context abans d'haver d'emetre les seves opinions.

L'anàlisi exploratòria de factors va mostrar que les tres afirmacions incidien de manera significativa en la dimensió "interès", essent pràcticament irrellevant la incidència en altres factors explorats. L'última afirmació va provocar molt menys interès que les altres dues.

LA MASSA DEL PA



Per fer la massa del pa, un cuiner barreja farina, aigua, sal i llevat. Després de barrejar-ho, col·loca la massa en un recipient durant unes quantes hores per tal que tingui lloc el procés de fermentació. Mentre dura la fermentació, s'esdevé un canvi químic en la massa: el llevat (un fong unicel·lular) transforma el midó i els sucres de la farina en diòxid de carboni i alcohol.

Pregunta 1: LA MASSA DEL PA

La fermentació fa que la massa pugui pujar. Per què puja la massa?

- A La massa puja perquè es produeix alcohol i es converteix en gas.
- B La massa puja perquè s'hi reproduïxen fongs unicel·lulars.
- C La massa puja perquè es produeix un gas, diòxid de carboni.
- D La massa puja perquè la fermentació converteix l'aigua en vapor.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: LA MASSA DEL PA

Puntuació màxima

Codi 1: C. La massa puja perquè es produeix un gas, diòxid de carboni.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

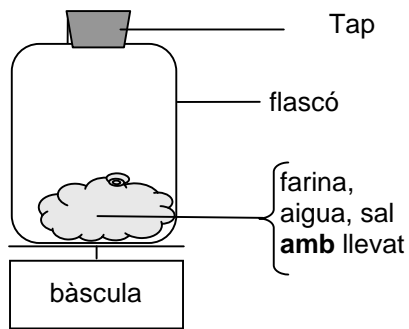
La prova pilot va mostrar que aquest ítem tenia un nivell de discriminació adequat i que era de dificultat mitjana. Tanmateix, hi va haver alguns països on el

rendiment mitjà de l'alumnat que va escollir l'opció A era molt semblant al de l'alumnat que va escollir l'opció correcta (C).

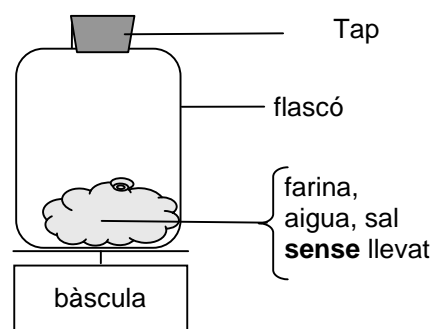
Pregunta 2: LA MASSA DEL PA

Poques hores després d'haver barrejat la massa, el cuiner la pesa i observa que el seu pes ha disminuït.

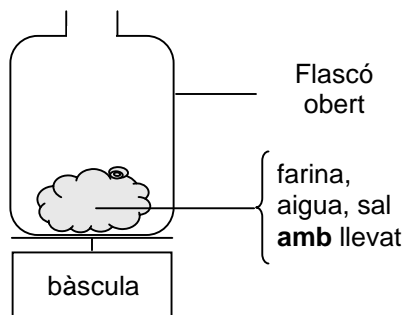
El pes de la massa del pa és el mateix a l'inici de cadascun dels quatre experiments que es mostren tot seguit. Quins **dos** experiments hauria de comparar el cuiner per comprovar si el **llevat** és la causa de la pèrdua de pes?



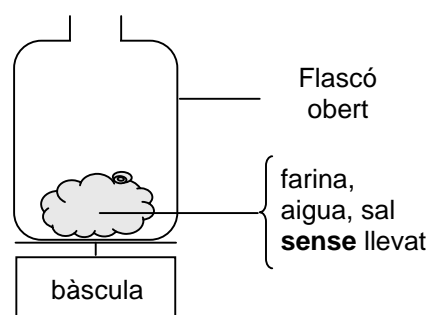
Experiment 1



Experiment 2



Experiment 3



Experiment 4

- A El cuiner hauria de comparar els experiments 1 i 2.
- B El cuiner hauria de comparar els experiments 1 i 3.
- C El cuiner hauria de comparar els experiments 2 i 4.
- D El cuiner hauria de comparar els experiments 3 i 4.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: LA MASSA DEL PA

Puntuació màxima

Codi 1: D. El cuiner hauria de comparar els experiments 3 i 4.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: *Identificar temes científics*

Categoria de coneixement: *Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)*

Àrea d'aplicació: *Fronteres de la ciència i de la tecnologia*

Context: *Personal*

Per seleccionar la resposta apropiada, l'alumnat ha d'identificar la variable que s'ha de canviar (presència/absència de llevat) i les variables que necessiten control (els altres ingredients). L'alumnat també ha de reconèixer que la presència d'un tap evitaria que el gas s'escapi, en contradicció amb la situació que es vol simular. Per tant, aquest ítem es classifica com a "Coneixement *sobre* la ciència", categoria: "Recerca científica" i competència "Identificar temes científics".

Només una quarta part de l'alumnat va contestar aquest ítem correctament en la prova pilot. El seu nivell de discriminació va ser força pobre.

Pregunta 3: LA MASSA DEL PA

En afegir llevat a la massa del pa, el midó i els sucres de la farina es transformen. Es produeix una reacció química durant la qual es genera el diòxid de carboni i l'alcohol.

D'on provenen els **àtoms de carboni** que estan presents en el diòxid de carboni i l'alcohol? *Encercla "Sí" o "No" a cada una de les possibles explicacions següents.*

És aquesta una explicació correcta de la procedència dels àtoms de carboni?	Sí o No?
Alguns dels àtoms de carboni provenen dels sucres.	Sí / No
Alguns àtoms de carboni formen part de les molècules de la sal.	Sí / No
Alguns àtoms de carboni vénen de l'aigua.	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: LA MASSA DEL PA**Puntuació màxima**

Codi 1: Totes quatre correctes: Sí, No, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

Una opció (explicació) ha estat eliminada d'aquest ítem després de la prova pilot. L'opció eliminada va ser contestada de forma molt pobre i afectava de forma adversa el nivell de discriminació de l'ítem. Es pot anticipar que l'ítem revisat, encara que continuarà essent relativament difícil, tindrà un valor de discriminació més adequat.

Per respondre correctament, l'alumnat ha de basar-se en els seus coneixements sobre la composició a nivell atòmic del sucre, de la sal i de l'aigua. L'ítem pertany al Coneixement de la ciència (física).

Pregunta 4: LA MASSA DEL PA

Quan la massa del pa ha pujat (per efecte del llevat) i es posa a coure al forn, les bombolles de gas i els vapors que hi ha a la massa es dilaten.

Per què el gas i els vapors es dilaten quan s'escalfen?

- e) Les seves molècules es fan més grans.
- f) Les seves molècules es mouen a més velocitat.
- g) Les seves molècules s'incrementen en nombre.
- h) Les seves molècules col·lisionen menys freqüentment.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 4: LA MASSA DEL PA***Puntuació màxima***

Codi 1: B. Les seves molècules es mouen a més velocitat.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

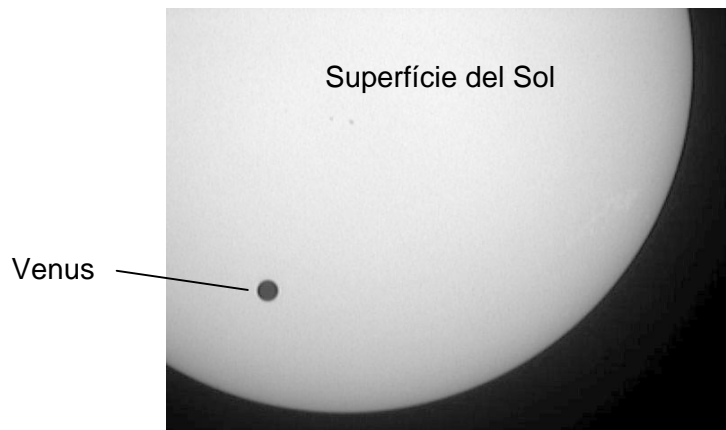
Aquest ítem avalua el coneixement del model de partícules de la matèria. Els distractors A i C representen dues idees errònies comuns i van ser escollits per aproximadament el 25% i el 20% de l'alumnat respectivament. Al voltant del 45% de l'alumnat va contestar correctament.

En termes generals, l'ítem va mostrar uns nivells de discriminació satisfactoris i un grau de dificultat mitjà. Tanmateix, la variabilitat en el grau de dificultat entre els diferents països era bastant marcada, la qual cosa va reduir el caràcter prioritari de l'ítem per a la seva inclusió en l'estudi principal.

EL TRÀNSIT DE VENUS

El 8 de juny del 2004, des de molts llocs de la Terra es va poder veure com el planeta Venus passava per davant del Sol. El fenomen s'anomena el trànsit de Venus i succeeix quan l'òrbita de Venus situa el planeta entre el Sol i la Terra. L'anterior trànsit de Venus va ocórrer el 1882 i se n'ha predit un altre per a l'any 2012.

A continuació, hi ha una fotografia del trànsit de Venus del 2004. Un telescopi enfocava el Sol i després es va projectar la imatge sobre una cartolina blanca.



Pregunta 1: EL TRÀNSIT DE VENUS

Per què es va observar el trànsit projectant la imatge sobre una cartolina blanca, en lloc de mirar directament a través del telescopi?

- A La llum del Sol era massa brillant perquè Venus es pogués veure.
- B El Sol és prou gran com per veure'l sense cap lent d'augment.
- C El fet de mirar el Sol a través d'un telescopi pot danyar els teus ulls.
- D La imatge s'havia de fer més petita projectant-la sobre una cartolina.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: EL TRÀNSIT DE VENUS

Puntuació màxima

Codi 1: C. El fet de mirar el Sol a través d'un telescopi pot danyar els teus ulls.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: *Personal*

El context de la unitat té a veure amb el Sistema Solar i, per tant, l'àrea de coneixement hauria de ser "Sistemes de la Terra i l'espai". Tanmateix, aquest ítem implica la consciència de l'alumnat sobre el perill per als ulls que suposa la llum del sol molt brillant i, per tant, s'ha classificat com a "Coneixement de/s sistemes vius".

La unitat va obtenir una puntuació molt baixa per a la seva inclusió en l'estudi principal perquè es va considerar que a mesura que passés el temps no mantindria l'interès i la rellevància. A més, en general no va obtenir bons resultats en la prova pilot.

Per a aquest ítem, la discriminació va caure en el marge inferior de l'escala d'acceptabilitat, amb un grau de dificultat mitjà en general. Normalment, els nois van contestar millor que les noies. En alguns països, el rendiment mitjà de l'alumnat que va escollir el distractor A era proper al de l'alumnat que van escollir l'opció correcta (C).

Pregunta 2: EL TRÀNSIT DE VENUS

Quan es mira des de la Terra, quin dels planetes següents es pot veure en trànsit sobre la cara del Sol, en alguns moments concrets?

- A Mercuri
- B Mars
- C Jupiter
- D Saturn

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: EL TRÀNSIT DE VENUS**Puntuació màxima**

Codi 1: A. Mercuri

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: *Elecció múltiple*

Competència: *Explicar fenòmens científicament*

Categoria de coneixement: *Sistemes de la Terra i l'espai (Coneixement de la ciència)*

Àrea d'aplicació: *Fronteres de la ciència i de la tecnologia*

Context: *Personal / Global*

La classificació del context per a aquest ítem presenta un dilema. S'ocupa de "l'estructura de l'univers", però difícilment es pot considerar que es tracta d'un

coneixement “de frontera” en un sentit global. L’alternativa és veure aquest ítem com més orientat a la “comprensió personal del món natural” i classificar-lo dins del context “Personal” (juntament amb els altres ítems d’aquesta unitat). Les classificacions del “Context” i “l’Àrea d’aplicació” dels ítems sovint són problemàtiques i és important notar que no s’utilitzaran per res més que per assegurar l’ús de varietat de contextos apropiats en la prova d’avaluació.

Per tal de contestar correctament, l’alumnat necessita reconèixer que els trànsits només es poden veure des de la Terra per a aquells planetes que es troben entre la Terra i el Sol, i conèixer el radi d’òrbita de la Terra en relació amb els altres planetes.

En la prova pilot, l’ítem va demostrar ser difícil, encara que va presentar moltes variacions entre un país i un altre. En general, els nois han obtingut més respostes correctes que les noies. El nivell de discriminació es va situar en el marge inferior de l’escala d’acceptabilitat.

Pregunta 3: EL TRÀNSIT DE VENUS

S’han subratllat algunes paraules de la frase següent.

Els astrònoms prediuen que, vist des de Neptú, hi haurà un trànsit de Saturn sobre la cara del Sol en algun moment d’aquest segle.

Quines **tres** de les paraules subratllades serien més útils per tal de buscar mitjançant internet o en una biblioteca quan es donarà aquest trànsit?

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: EL TRÀNSIT DE VENUS

Puntuació màxima

Codi 1: Només les respostes referents a Trànsit/Saturn/Neptú.

- Saturn/Neptú/Trànsit.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes, tal com la d’incloure quatre paraules.

- Trànsit/Saturn/Sol/Neptú.
- Astrònoms/Trànsit/Saturn/Neptú.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d’ítem: Resposta construïda tancada

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d’aplicació: Fronteres de la ciència i de la tecnologia

Context: Personal

“Identificar les paraules clau per buscar informació científica en un tema donat” és un component de la competència “Identificar temes científics”, tal i com es defineix en el marc.

Aquest ítem va obtenir resultats molt pobres en la prova pilot. Va demostrar ser molt difícil, només el 13% de l'alumnat va obtenir la puntuació. Van sorgir problemes a l'hora de produir les traduccions equivalents de la frase principals en algunes llengües, cosa que pot haver augmentat la dificultat de l'ítem en certs països. Tanmateix, el percentatge mitjà de respostes correctes en països anglòfons també va ser del 13%.

RISC PER A LA SALUT?

Imagina que vius a prop d'una gran empresa de productes químics que produeix fertilitzants per a ús agrícola. En els darrers anys hi ha hagut a la zona força casos de persones amb problemes respiratoris crònics. Molta gent de l'entorn creu que aquests símptomes són provocats per l'emissió de fums tòxics de l'empresa de fertilitzants químics propera.

Es va convocar una assemblea pública per parlar dels perills potencials per a la salut dels residents a la zona deguts a l'empresa de productes químics. Els científics van fer les declaracions següents a l'assemblea.

Declaració dels científics contractats per a l'empresa química

“Hem fet un estudi de la toxicitat del sòl a la zona. No hem trobat rastres de productes químics tòxics a les mostres que hem agafat.”

Declaració dels científics contractats pels residents preocupats per la situació

“Hem mirat el nombre de casos de problemes respiratoris crònics a la zona i l'hem comparat amb el nombre de casos en zones allunyades de l'empresa química. El nombre de casos en la zona propera a l'empresa química és molt més gran.”

Pregunta 1: RISC PER A LA SALUT?

El propietari de l'empresa química va utilitzar l'afirmació dels científics que treballaven per a la companyia per argumentar que “l'emissió de fums de l'empresa no és un risc per a la salut dels residents locals”.

Dóna una raó, que no sigui l'exposada pels científics contractats pels residents, que **posi en dubte** que l'afirmació dels científics que treballen per a l'empresa recolza l'argument del propietari.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: RISC PER A LA SALUT?

Puntuació màxima

Codi1: Qualsevol raó apropiada que permeti dubtar que l'afirmació recolzi l'argument del propietari.

- La substància causant els problemes respiratoris podria no haver estat reconeguda com a tòxica.
- Els problemes respiratoris podrien haver estat provocats quan els productes químics eren a l'aire i no al sòl.
- Les substàncies tòxiques poden canviar/descomposar-se amb el temps i mostrar-se en el sòl com a substàncies no tòxiques.
- No sabem si les mostres que es van prendre són prou representatives de la zona.
- Perquè els científics treballen per a l'empresa.

- Els científics tenien por de perdre la seva feina.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Riscos

Context: Social

El context d'aquesta unitat és particularment rellevant per a la vida de cada dia ja que tracta de la capacitat dels individus de formar-se un judici informat sobre una preocupació de la comunitat tot avaluant la informació científica. La competència implicada en els dos ítems d'aquesta unitat és "Utilitzar les proves científiques".

Per a aquest primer ítem, els aspectes científics implicats són la capacitat d'emetre judicis sobre la rellevància d'un assumpte, l'adequació de la informació facilitada i la credibilitat d'aquesta informació; per tant, la classificació de coneixement és "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Recerca científica".

Les estadístiques obtingudes en els diferents països indiquen que l'ítem va funcionar bé en general. El seu nivell de discriminació va ser satisfactori, no hi van haver diferències de gènere i era de dificultat mitjana. Tanmateix, hi havia una considerable variació en el grau de dificultat entre els països. El baix rendiment de la interacció entre països, juntament amb una certa incomoditat entre els experts i els representants dels països per l'acceptació de respostes que posaven en qüestió la honestat de la recerca científica, van portar a no incloure en l'estudi principal ni aquest ítem ni la unitat.

Pregunta 2: RISC PER A LA SALUT?

Els científics contractats pels residents afectats van comparar el nombre de persones amb problemes respiratoris crònics que vivien a prop de l'empresa química i el nombre de casos registrats en zones allunyades de l'empresa.

Describeix una diferència possible entre les dues zones que et podria fer pensar que la comparació no és vàlida.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: RISC PER A LA SALUT?**Puntuació màxima**

Codi 1: Respostes que se centren en possibles diferències significatives entre les zones investigades.

- El nombre de persones a les dues zones podria ser diferent.
- Una zona podria tenir millors serveis mèdics que l'altra.

- Podria haver-hi unes proporcions diferents de persones grans a cada zona.
- Podria haver-hi d'altres substàncies contaminants a l'aire a l'altra zona.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Identificar temes científics

Categoria de coneixement: Recerca científica (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Riscos

Context: Social

Aquest ítem requereix que l'alumnat identifiqui variables que no s'han controlat i que poden tenir una influència en els resultats mesurats. Atès que el tema principal és el disseny experimental, la classificació és, de nou, "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Recerca científica".

La prova pilot va mostrar que l'ítem tenia un bon nivells de discriminació, però era un ítem molt difícil, com ho demostra el fet que només el 25% de l'alumnat va obtenir puntuació.

Pregunta 3: RISC PER A LA SALUT?

Quin és el teu interès envers la següent informació?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès alt</i>	<i>Interès mitjà</i>	<i>Interès baix</i>	<i>Cap Interès</i>
a) Tenir més coneixements sobre la composició química dels fertilitzants agrícoles	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Entendre què passa amb els fums tòxics emesos a l'atmosfera	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Aprendre més sobre les malalties respiratòries provocades per les emissions químiques	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: Actitudinal

Actitud: Interès en aprendre sobre la ciència

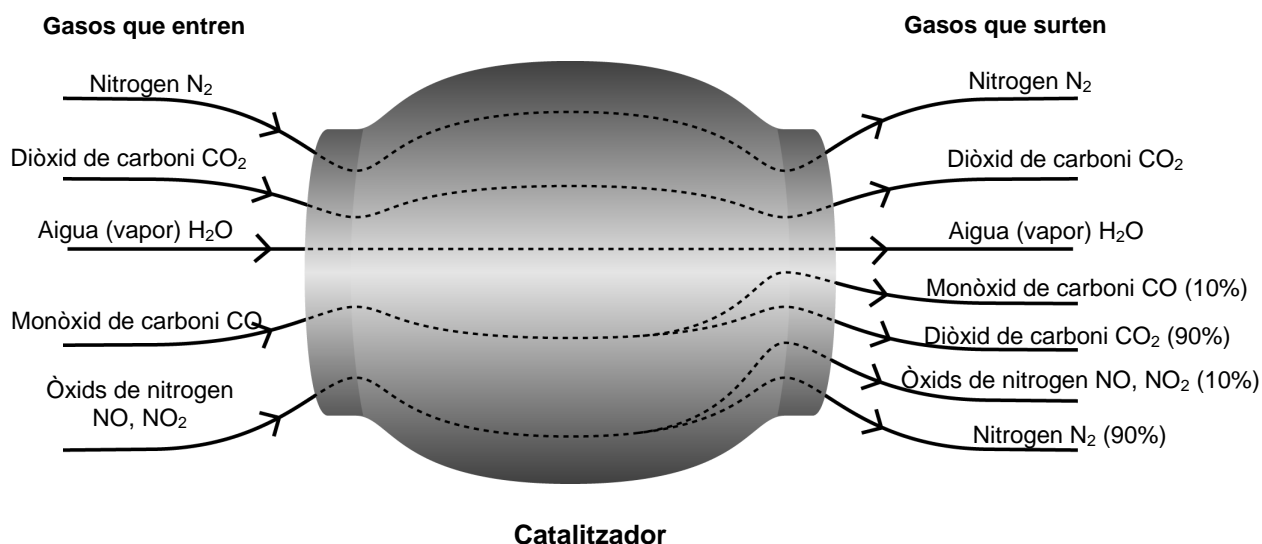
L'anàlisi exploratòria de factors en els resultats de la prova pilot va mostrar que les tres afirmacions tenien una càrrega significativa de dimensió "interès per la

ciència". Malgrat la presència aparent del tema de la salut i el benestar en la segona i tercera afirmacions, hi havia poques mostres de la presència d'una dimensió que representés l'interès/la preocupació per la salut i el benestar. L'interès mostrat per aquestes dues afirmacions va ser moderat, mentre que l'interès per la primera afirmació va ser molt escàs.

EL CATALITZADOR

Molts cotxes moderns estan equipats amb un catalitzador que converteix els gasos de combustió en altres de menys perillosos per a les persones i per a l'entorn.

Al voltant del 90% dels gasos perillosos queden convertits en altres de menys perillosos. Aquí es veuen alguns dels gasos que entren en el catalitzador i els que en surten.



Pregunta 1: EL CATALITZADOR

Utilitzant la informació de la figura anterior, dóna un exemple de com el catalitzador converteix els gasos de combustió en altres de menys perillosos.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: EL CATALITZADOR

Puntuació màxima

Codi 1: Respostes que esmentin la conversió del monòxid de carboni, o dels òxids de nitrogen, en altres compostos.

- El monòxid de carboni es converteix en diòxid de carboni.
- Els òxids de nitrogen es converteixen en nitrogen.
- Transforma els gasos nocius en altres gasos que no ho són. Per exemple, CO en CO_2 (90%).
- El diòxid de carboni i el nitrogen no són tan nocius com el monòxid de carboni i els òxids de nitrogen.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- Els gasos esdevenen menys perillosos.
- Purifica el monòxid de carboni i els òxids de nitrogen. (*No és prou concreta.*)

Code 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Utilitzar les proves científiques

Categoria del coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència) /
Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Medi ambient

Context: Social

El context de la contaminació atmosfèrica causada per les emissions dels vehicles és un tema diari rellevant per a la majoria dels ciutadans, tot i que la rellevància es percep de forma diferent entre els habitants urbans i els del camp. Es va anticipar que l'anàlisi dels resultats de la prova pilot mostraria alguna diferència de gènere a favor dels nois en els ítems d'aquesta unitat, però no va ser així.

En general, l'alumnat s'enfrontarà a la unitat amb algun coneixement previ sobre quins gasos emesos són tòxics o nocius per al medi ambient i quins no ho són, i per tant, l'ítem es pot classificar com a "Coneixement de la ciència", categoria "Sistemes físics". Tanmateix, la informació del diagrama indica que el monòxid de carboni i els òxids de nitrogen són els únics gasos que es redueixen en quantitat gràcies al convertidor catalític i, per tant, es pot deduir que un o l'altre o tots dos són gasos nocius. Per a aquells que fan aquesta deducció, el contingut científic de les seves reflexions es basa en la interpretació del diagrama que reproduïx un context "científic". Per tant, es pot defensar la classificació d'aquest primer ítem com a "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Explicacions científiques".

Pregunta 2: EL CATALITZADOR

Dins del catalitzador, els gasos experimenten una sèrie de canvis. Explica què hi passa en termes d'**àtoms**. I de **molècules**.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: EL CATALITZADOR

Puntuació màxima

Codi 2: Expressa la idea essencial que els àtoms es reagrupen formant diferents molècules, utilitzant **les dues** paraules.

- Les molècules es trenquen i els àtoms es reagrupen formant unes altres molècules.
- Els àtoms es reagrupen per formar unes altres molècules.

Puntuació parcial

Codi 1: Expressa la idea essencial de la reorganització, però no es refereix als àtoms ni a les molècules O no explica prou la diferència entre el paper dels àtoms i de les molècules.

- Els àtoms es reorganitzen per formar substàncies diferents.
- Les molècules canvien en altres molècules.

- Els àtoms i les molècules es combinen i se separen per aconseguir gasos menys nocius. *(Les diferents funcions dels àtoms i de les molècules no queden prou diferenciades.)*
- $2(\text{NO}_2) = \text{N}_2 + 2\text{O}_2$

Cap puntuació

- Codi 0: Altres respostes, incloses aquelles que no diuen res més que allò indicat en l'estímul.
- El monòxid de carboni es canvia en diòxid de carboni.
 - Les molècules es trenquen en àtoms més petits. *(Cap indicació de la reorganització dels àtoms.)*

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria del coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Medi ambient

Context: Social

Aquest ítem avalua directament la comprensió de l'alumnat sobre què passa en una reacció química i sobre la natura de les unitats (àtoms i molècules) implicades. Per tant, es classifica com a "Coneixement de la ciència", categoria: "Sistemes físics".

A l'alumnat li va ser molt difícil obtenir puntuació en aquest ítem en la prova pilot. Aproximadament un 15% va obtenir la puntuació màxima i un percentatge similar va obtenir una puntuació parcial.

Pregunta 3: EL CATALITZADOR

Observa quins són els gasos emesos pel catalitzador. Explica algun dels problemes que els enginyers i científics que treballen perquè el catalitzador emeti gasos menys perillosos haurien d'intentar resoldre.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: EL CATALITZADOR**Puntuació màxima**

- Codi 1: Les respostes acceptables haurien de fer referència a la reducció dels gasos nocius que arriben a l'atmosfera.
- No tot el monòxid de carboni és convertit en diòxid de carboni.
 - No es produeix una conversió suficient dels òxids de nitrogen en nitrogen.
 - Millorar el percentatge de monòxid de carboni que es converteix en diòxid de carboni i el percentatge d'òxids de nitrogen que es converteixen en nitrogen.
 - El diòxid de carboni produït hauria de ser retingut i no deixat anar a l'atmosfera.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

- Una conversió més completa dels gasos nocius a gasos menys nocius. (*Al menys s'ha d'identificar un d'aquests gasos nocius.*)
- Haurien de mirar que sortissin menys gasos nocius.
- Haurien d'intentar trobar una manera de reutilitzar els gasos emesos nocius.
- Haurien d'intentar dissenyar un vehicle que funcionés amb un altre combustible líquid.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Utilitzar les proves científiques

Categoria de coneixement: Sistemes físics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Medi ambient

Context: Social

Per tal de poder contestar la pregunta, és necessari tenir uns coneixements i habilitats similars als que s'avaluen en el primer ítem de la unitat. Per tant, un dels dos ítems s'hauria hagut d'esborrar si la unitat hagués estat inclosa en l'estudi principal.

Pregunta 4: EL CATALITZADOR

Quin és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila

	<i>Interès alt</i>	<i>Interès mitjà</i>	<i>Interès baix</i>	<i>Cap interès</i>
a) Conèixer la quantitat de gasos tòxics produïts pels diferents combustibles dels cotxes.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Entendre millor què passa a l'interior d'un catalitzador.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saber més coses dels vehicles que no emeten gasos tòxics.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

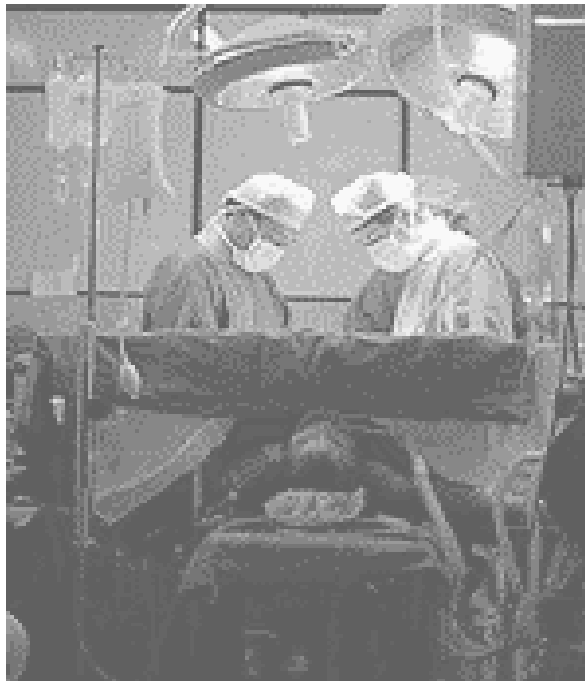
Tipus d'ítem: Actitudinal

Actitud: Interès en aprendre sobre la ciència

L'anàlisi exploratòria de factors va mostrar una incidència significativa en la dimensió "interès en la ciència" per a totes tres afirmacions. A més, hi havia alguna indicació d'incidència en la dimensió que semblava representar l'interès en/preocupació per la salut i el benestar. Es va mostrar molt més interès en l'última afirmació que en les dues primeres.

CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

La cirurgia amb anestèsia total, que té lloc a quiròfans especialment equipats, resulta necessària per tractar moltes malalties.



Pregunta 1: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Durant el temps de l'operació, els pacients són anestesiats de manera que no notin cap dolor. L'anestèsia se subministra freqüentment en forma de gas a través d'una màscara que cobreix el nas i la boca

Els sistemes següents del cos humà estan relacionats amb l'acció dels gasos de l'anestèsia? Encercla "Sí" o "No" per a cada sistema.

Aquest sistema té relació amb l'acció dels gasos de l'anestèsia?	Sí o No?
Sistema digestiu	Sí / No
Sistema nerviós	Sí / No
Sistema respiratori	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Puntuació màxima

Codi 1: Les tres respostes correctes: No, Sí, Sí, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria del coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal / Social

Amb el temps, és normal que algun component d'una família s'hagi de sotmetre a algun tipus d'intervenció quirúrgica, per la qual cosa la unitat compleix el criteri "rellevància diària" indicada en el marc de l'avaluació. La classificació del context és "Personal" o "Social" segons si es jutja des de la perspectiva del pacient o de l'hospital.

Aquest ítem va mostrar uns nivells de discriminació pobres en la prova pilot, degut principalment a l'escàs valor discriminatori de l'últim distractor ("Sistema respiratori").

Pregunta 2: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Explica per què l'instrumental quirúrgic que s'utilitza als quiròfans està esterilitzat.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL**Puntuació màxima**

Codi 1: L'alumnat indica la necessitat que no hi hagi bacteris ni gèrmens als instruments. I que d'aquesta manera s'impedeix la transmissió de malalties.

- Per tal d'evitar que els bacteris entrin al cos i infectin el pacient.
- Perquè no entrin gèrmens en el cos d'altres persones que s'hagin d'operar.

Puntuació parcial

Codi 12: L'alumnat indica la necessitat d'assegurar-se que no hi hagi bacteris, PERÒ sense afegir que així s'impedeix la transmissió de malalties.

- Per eliminar els microbis que hi hagi.

Codi 11: L'alumnat indica que en fer-ho s'impedeix la transmissió de malalties, PERÒ sense afegir que així s'eliminen els bacteris que hi ha als instruments.

- Perquè el pacient no es contagiï.
- Per impedir el contagi de malalties.

Cap puntuació

Codi 01: Altres respostes.

- Per tal de mantenir-los nets.
- Perquè els pacients són vulnerables durant les operacions quirúrgiques.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Aquest ítem va mostrar un bon nivell de discriminació en la prova pilot i era de dificultat mitjana. En general, les noies van contestar més correctament que els nois.

Atès que es codificadors van experimentar dificultats a l'hora de distingir entre els codis 11 i 12, la codificació amb dos dígitos no s'hauria utilitzat en cas d'haver inclòs aquest ítem en l'estudi principal.

Pregunta 3: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Pot ser que els pacients no puguin menjar o beure després de l'operació, de manera que se'ls posa un gota a gota que conté aigua, sucres i sals minerals. De vegades també s'hi poden afegir antibiòtics i tranquil·litzats.

Per què els sucres que es posen al gota a gota són importants per al pacient durant el post-operatori?

- A Per evitar la deshidratació
- B Per controlar el dolor postoperatori
- C Per curar les infeccions postoperatòries
- D Per aportar els nutrients necessaris

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL**Puntuació màxima**

Codi 1: D. Per aportar els nutrients necessaris

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes vius (Coneixement de la ciència)

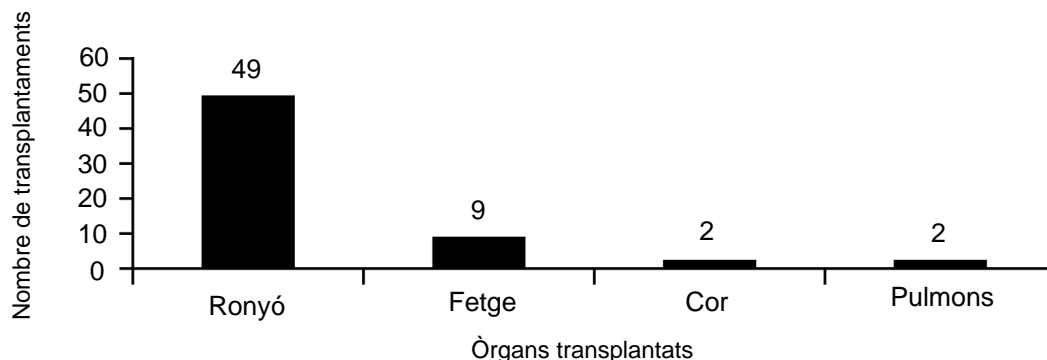
Àrea d'aplicació: Salut

Context: Personal / Social

Els resultats de la prova pilot van vostrar que aquest ítem era molt fàcil i que tenia un bon nivell de discriminació. Aproximadament un 70% de l'alumnat va contestar correctament.

Pregunta 4: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Els trasplantaments d'òrgans són casos de cirurgia amb anestèsia total i cada vegada són més comuns. Al gràfic de sota, es donen el nombre de trasplantaments fets a un determinat hospital durant l'any 2003.



Es poden extreure les conclusions següents **a partir del gràfic anterior?** Encercla "Sí" o "No" a cada conclusió.

Es pot extreure's aquesta conclusió a partir del gràfic?	Sí o No?
Si els pulmons es trasplanten, el cor també ha de ser trasplantat.	Sí / No
Els ronyons són els òrgans més importants del cos humà.	Sí / No
La majoria dels pacients que han tingut un trasplantament han patit malalties als ronyons.	Sí / No

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 4: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Puntuació màxima

Codi 1: Les tres respostes correctes: No, No, Sí, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Elecció múltiple complexa

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Salut

Context: Social

Aquest ítem avalua les habilitats de l'alumnat per interpretar dades científiques expressades forma gràfica, així com la seva capacitat per extreure'n les conclusions apropiades. No es necessita cap informació específica externa a l'estímul de l'ítem. Per tant, la classificació de coneixement apropiada és "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Explicacions científiques".

L'ítem va obtenir bons resultats en la prova pilot, amb un bon nivell de discriminació i va ser de dificultat mitjana.

Pregunta 5: CIRURGIA AMB ANESTÈSIA TOTAL

Qui és el teu interès envers la informació següent?

Marca només una casella a cada fila.

	<i>Interès Alt</i>	<i>Interès Mitjà</i>	<i>Interès Baix</i>	<i>Cap Interès</i>
a) Saber com s'esterilitzen els instruments quirúrgics	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Conèixer els diferents tipus de anestèsics que s'utilitzen	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saber com es fa el seguiment del nivell de consciència d'un pacient durant una operació	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Tipus d'ítem: *Actitudinal*

Actitud: *Interès en aprendre sobre la ciència*

Aquest ítem es va dissenyar per avaluar l'interès de l'alumnat en aspectes de la ciència de la cirurgia. Com tots els ítems actitudinals, es posa al final de la unitat per tal que l'alumnat ja estigui familiaritzat amb el context abans d'haver de donar la seva opinió personal.

L'anàlisi exploratòria de factors de la prova pilot va mostrar que les tres afirmacions tenien una certa incidència en la dimensió "interès per la ciència", però que incidien de manera més clara en una altra dimensió, que es va identificar com "interès i preocupació per la salut i el benestar". El nivell d'interès va variar entre les tres afirmacions: l'última era la que va despertar més interès i la primera, la que menys.

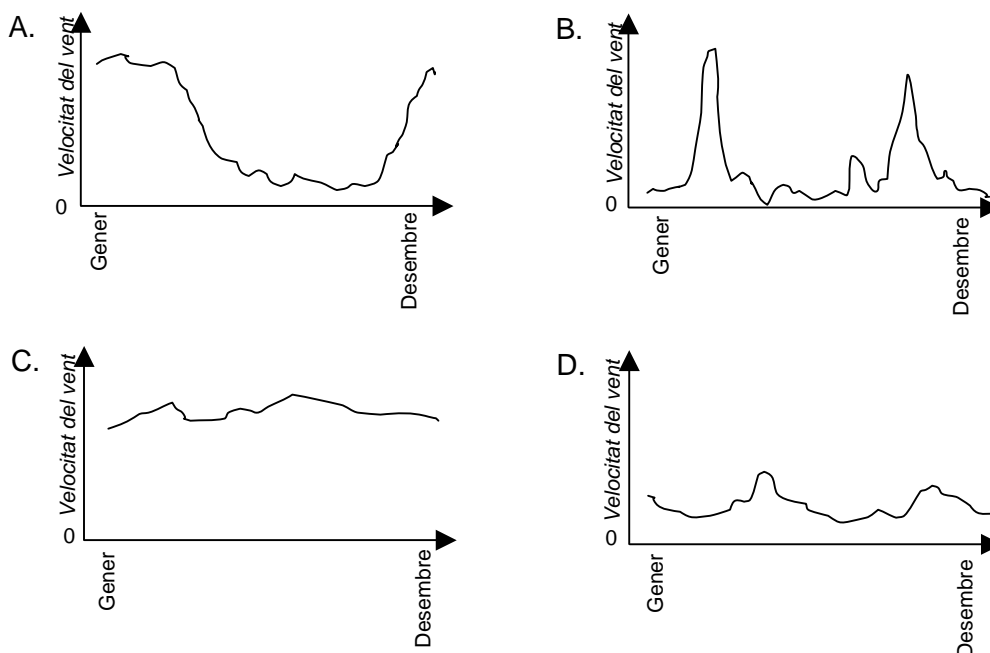
GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Molta gent pensa que el vent hauria de substituir el petroli i el carbó com a font d'energia per a la producció d'electricitat. Les estructures que es veuen a la fotografia són molins de vent amb aspes que el vent fa girar. Aquestes rotacions produeixen energia elèctrica mitjançant uns generadors que fan girar els molins de vent.



Pregunta 1: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Els gràfics següents mostren les velocitats mitjanes del vent en quatre llocs diferents durant un any. Quin gràfic indica el lloc més apropiat per establir-hi un generador d'energia eòlica per produir electricitat?



PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 1: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Puntuació màxima

Codi 1: C

Cap Puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Sistemes tecnològics (Coneixement de la ciència) /
Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Recursos naturals

Context: Social

La preocupació sobre la utilització dels combustibles fòssils per generar electricitat apareix regularment als mitjans de comunicació. Les alternatives potencials i reals tenen impacte en la manera de viure de la gent i poden generar els seus propis problemes mediambientals. Aquesta unitat va obtenir una gran prioritat per a la seva inclusió en l'estudi principal per part dels representants dels països.

Per resoldre l'ítem, l'alumnat ha de saber que com més alta és la velocitat del vent més electricitat es genera, i que la regularitat de la velocitat del vent suposa considerables avantatges per a la distribució. Això suggereix una classificació de l'ítem en "Coneixement de la ciència", categoria: "Sistemes tecnològics". Però la informació gràfica s'ha d'interpretar a la llum d'aquest coneixement, la qual cosa suggereix una classificació dins del "Coneixement sobre la ciència", categoria: "Explicacions científiques".

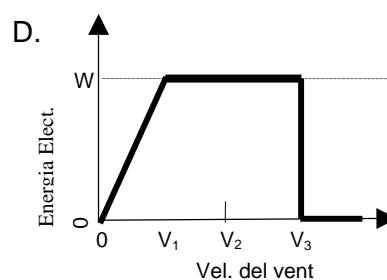
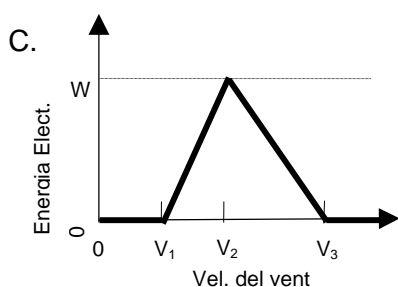
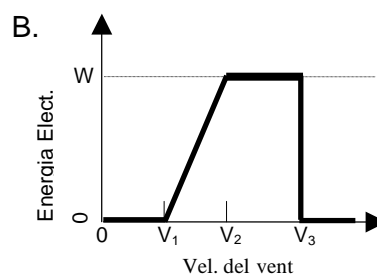
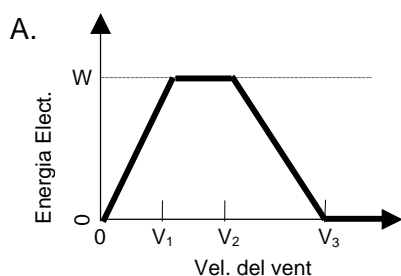
La versió d'aquest ítem que es va emprar en la prova pilot va demostrar ser força fàcil, amb un 75% de l'alumnat que contestava correctament. En la versió mostrada aquí, l'opció de gràfic C s'ha modificat a la baixa, cosa que potser pot augmentar el grau de dificultat de l'exercici.

Pregunta 2: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Com mésfort bufa el vent, més ràpid giren les aspes del molí i més energia elèctrica es genera. No obstant això, en una situació real no hi ha una relació directa entre la velocitat del vent i l'energia elèctrica. A continuació tens quatre condicions de treball de l'energia eòlica en un entorn real:

- Les aspes comencen a girar quan la velocitat del vent arriba a V_1 .
- La producció d'energia elèctrica arriba al nivell màxim (W) quan la velocitat del vent és V_2 .
- Per raons de seguretat, s'acostuma a impedir que la rotació de les aspes augmenti a més velocitat que la que agafen quan la velocitat del vent és V_2 .
- Les aspes paren de girar quan la velocitat del vent arriba a V_3 .

Quin dels gràfics següents representa millor la relació entre la velocitat del vent i l'energia elèctrica generada en aquestes condicions de funcionament?



PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 2: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Puntuació màxima

Codi 1: B

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Utilitzar proves científiques

Categoria de coneixement: Explicacions científiques (Coneixement sobre la ciència)

Àrea d'aplicació: Recursos naturals

Context: Social

A l'hora d'interpretar els gràfics, l'alumnat ha comparat una sèrie de condicions amb els trets que apareixen representats en els gràfics. Les condicions representen una sèrie de dades tècniques més que dades experimentals. No es va considerar aquest ítem per a la seva inclusió en l'estudi principal perquè es va considerar que avaluava principalment la competència matemàtica i perquè la frase inicial oferia informació útil per contestar la pregunta prèvia.

L'ítem va demostrar ser de dificultat mitjana en la prova pilot, amb un nivell de discriminació adequat. Tanmateix, en un cert nombre de països, el rendiment mitjà de

l'alumnat que va escollir el distractor C no estava gaire per sota del rendiment mitjà de l'alumnat que va escollir l'opció correcta (B).

Pregunta 3: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Amb una velocitat igual del vent, com més elevats estan situats els molins de vent, més lenta és la rotació de les aspes.

Quina de les raons següents és la millor per explicar per què les aspes dels molins giren més lentament en els llocs alts amb la mateixa velocitat de vent?

- A. L'aire és menys dens quan augmenta l'altura.
- B. La temperatura és més baixa quan augmenta l'altura.
- C. La gravetat és menor quan augmenta l'altura.
- D. Plou més sovint quan augmenta l'altura.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 3: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA***Puntuació màxima***

Codi 1: A. L'aire és menys dens quan augmenta l'altura.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes

Codi 9: Cap resposta

Tipus d'ítem: Elecció múltiple

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes de la Terra i l'espai (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Recursos naturals

Context: Social

Com tots els ítems d'aquesta unitat, aquest ítem va obtenir un gran recolzament per a la seva inclusió a la prova principal per part dels representants dels països. Tanmateix, els resultats de la prova pilot van posar de manifest alguns problemes que van portar a rebutjar-lo. En particular, hi havia variacions significatives en la dificultat de l'ítem entre els països i el distractor C va demostrar ser bastant deficient. En general, els nois van contestar més correctament que les noies.

Pregunta 4: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Descriu un avantatge específic i un desavantatge específic de la generació d'energia eòlica en comparació amb la generació d'energia amb combustibles fòssils, com ara el carbó o el petroli.

PUNTUACIÓ I COMENTARIS A LA PREGUNTA 4: GENERACIÓ D'ENERGIA EÒLICA

Puntuació màxima

Codi 2: Es descriu un avantatge i un desavantatge concrets.

Comentari sobre les criteris de puntuació: El cost de les explotacions eòliques es pot considerar tant com un avantatge com un desavantatge, segons l'aspecte que es prengui en consideració (per exemple, costos d'instal·lació o costos de funcionament). Per això, el fet d'esmentar només els costos, sense cap explicació, no val per obtenir puntuació ni com a avantatge ni com a desavantatge.

[Avantatge]

- No s'emet diòxid de carboni (CO₂).
- No es consumeixen combustibles fòssils.
- El vent com a recurs natural no s'acabarà mai.
- Un cop el generador eòlic està instal·lat, el cost de la producció d'energia elèctrica és baix.
- No s'emeten residus ni/o substàncies tòxiques.
- S'usen energies natural o energia neta.
- És respectuós amb el medi ambient i durarà molt de temps.

[Desavantatge]

- No es pot generar electricitat segons la demanda. (Perquè la velocitat del vent no es pot controlar)
- El nombre d'emplaçaments adequats per als molins de vent són limitats.
- Un vent fort pot malmetre un generador.
- La quantitat d'energia produïda per cada molí de vent no és molt gran.
- En alguns casos es pot produir contaminació acústica.
- Poden matar els ocells si aquests xoquen contra les aspes.
- Alteren el paisatge natural. (Contaminació visual.)
- Són cars d'instal·lar.

Puntuació parcial

Codi 1: Es descriu correctament un avantatge o un desavantatge tal com es mostra en els exemples de puntuació màxima, però no tots dos alhora.

Cap puntuació

Codi 0: No es descriu cap avantatge ni cap desavantatge correctament. Exemples d'avantatges i desavantatges incorrectes:

- Són bons per al medi ambient o la natura. (*Aquesta resposta és una declaració de valor general.*)
- Són dolents per al medi ambient o la natura.

- No costarà tant
- Costa menys construir un generador d'energia eòlica que una central d'energia que funcioni amb combustibles fòssils. (Aquesta resposta passa per alt que es necessitarà una gran quantitat de generadors eòlics per produir la mateixa quantitat d'energia que la d'una central que funcioni amb combustibles fòssils.)
- No costarà tant.

Codi 9: Cap resposta.

Tipus d'ítem: Resposta construïda oberta

Competència: Explicar fenòmens científicament

Categoria de coneixement: Sistemes tecnològics (Coneixement de la ciència)

Àrea d'aplicació: Recursos naturals

Context: Social

Aquest ítem està obert a una àmplia gamma de respostes correctes o parcialment correctes i això va portar dificultats de codificació en la prova pilot. La majoria d'aquestes dificultats tenien a veure amb les referències al "cost", per la qual cosa s'ha afegit un "comentari sobre els criteris de puntuació" en aquesta versió per clarificar com s'haurien d'avaluar aquesta mena de respostes.

CAPÍTOL 2. LA COMPETÈNCIA EN COMPRESIÓ LECTORA

Definició de l'àmbit de coneixement

Les definicions de comprensió lectora i de competència en comprensió lectora han anat canviant al llarg del temps juntament amb els canvis socials, econòmics i culturals. El concepte de formació i, en concret, el concepte de formació contínua, ha ampliat la forma de percebre la competència en comprensió lectora i el que la gent espera d'ella. La competència en comprensió lectora ja no es considera una capacitat adquirida únicament en la joventut, durant els primers anys d'escolarització. Per contra, es veu com un conjunt en expansió d'estratègies, habilitats i coneixements que els individus desenvolupen al llarg de la vida en diferents situacions i mitjançant la interacció amb els seus iguals i amb les comunitats amb les quals participen.

Mitjançant un procés basat en el consens en el qual van participar experts en comprensió lectora seleccionats pels països participants i els grups assessors de PISA, es va adoptar per a aquest estudi la següent definició de competència en comprensió lectora:

«La competència en comprensió lectora consisteix en la comprensió, l'autilització i la reflexió sobre textos escrits amb la finalitat d'assolir els objectius propis, desenvolupar el coneixement i el potencial personal i participar en la societat.»

Aquesta definició va més enllà de la noció de competència en comprensió lectora com a simple descodificació i comprensió literal; implica la comprensió i l'ús de la informació escrita, així com la reflexió sobre ella, per a una gran varietat de fins. D'aquesta manera, la definició recalca el paper actiu i interactiu del lector a l'hora de generar un significat a partir dels textos escrits. D'altra banda, la definició reconeix l'àmplia gamma de situacions que la competència en comprensió lectora resulta útil per als joves, des de l'àmbit privat al públic, des de l'àmbit acadèmic al laboral i des de la participació activa en la societat a la formació contínua. També deixa clar la idea que la competència en comprensió lectora permet assolir les aspiracions personals, des d'aspiracions definides, com aconseguir una qualificació acadèmica o obtenir una ocupació a altres aspiracions menys immediates que enriqueixen i amplien l'horitzó personal. La competència en comprensió lectora també proporciona al lector una sèrie d'eines lingüístiques de creixent importància per fer front a les exigències de les societats modernes, amb les seves institucions formals, els seus grans sistemes burocràtics i els seus complexos sistemes legals.

Els lectors responen de diverses maneres a un text donat quan intenten utilitzar i entendre el que estan llegint. En aquest procés dinàmic intervenen nombrosos factors, alguns dels quals són operativament mal-leables dins d'un estudi d'avaluació a gran escala com PISA. Entre ells es compten la situació de

comprensió lectora, l'estructura del propi text i les característiques de les preguntes que es plantegen sobre el text. Tots aquests factors es consideren components importants del procés de comprensió lectora i s'han tingut en compte en la creació de les preguntes usades en l'avaluació.

Per utilitzar els formats de text, les situacions i les característiques de les preguntes en l'elaboració de les proves i en la posterior interpretació dels resultats, ha calgut especificar els diversos valors que poden adoptar aquests factors. Això permet classificar els exercicis en diverses categories per poder tenir en compte el pes de cada component en l'acoblament final de les proves.

Format del text

Un dels elements centrals de l'avaluació PISA/OCDE és la distinció entre textos continus i discontinus.

- Els textos continus estan normalment formats per oracions que, al seu torn, estan organitzades en paràgrafs. Els paràgrafs poden formar part d'estructures majors, com apartats, capítols i llibres. Els textos continus es classifiquen primordialment pel seu objectiu retòric, és a dir pel tipus de text.
- Els textos discontinus (o documents, com també se'ls coneix) poden classificar-se de dues maneres. D'una banda està l'enfocament basat en l'estructura formal utilitzat en el treball de Kirsch i Mosenthal⁶ que classifica els textos per la manera com s'organitzen les llistes subjacents en l'elaboració dels diferents tipus de textos discontinus. Aquest enfocament és útil per entendre les similituds i diferències entre els tipus de text discontinu. L'altre mètode de classificació es basa en les descripcions habituals del format dels textos. Aquest segon enfocament és l'empleat en la classificació de textos discontinus de PISA.

Textos continus

Els tipus de text són classificacions normalitzades dels textos continus, basades en els continguts o en la intenció de l'autor.

- La *narració* és el tipus de text en el qual la informació fa referència a propietats temporals dels objectes. Els textos narratius solen respondre a les preguntes «Quan?» o «En quin ordre?».
- L'*exposició* és el tipus de text en el qual la informació es presenta en forma de conceptes compostos o constructes mentals, o aquells elements en els quals es poden analitzar les concepcions o construccions mentals. Aquests textos

⁶ El model de Kirsch i Mosenthal es va explicar detalladament en una sèrie de columnes mensuals amb el títol "Understanding Documents" (Com comprendre els documents) publicades en el *Journal of Reading* entre 1989 i 1991.

ofereixen una explicació sobre com s'interrelacionen els components en un conjunt significatiu i solen respondre a la pregunta «Com?».

- La *descripció* és el tipus de text en el qual la informació fa referència a les propietats dels objectes a l'espai. Els textos descriptius solen respondre a la pregunta «Què?».
- L'*argumentació* és el tipus de text que presenta proposicions que tracten de relacions entre conceptes o entre d'altres proposicions. Els textos argumentatius solen respondre a la pregunta «Per què?». Una important subcategoria de textos argumentatius són els textos persuasius.
- La *instrucció* (que de vegades es denomina mandat) és el tipus de text que aporta indicacions sobre el que s'ha de fer i pot consistir en procediments, regles, normes i directrius que especifiquen els requisits de certs comportaments.
- Un *document*, o *registre*, és un text que ha estat dissenyat per estandarditzar i conservar la informació. Es caracteritza per uns trets textuals i de format altament formalitzats.
- Un *hipertext* és un grup d'unitats de text vinculats de manera que puguin ser llegides en diferent ordre, fet que permet que els lectors segueixin diferents recorreguts per accedir a la informació.

Textos discontinus

Els textos discontinus s'organitzen d'una manera diferent a la dels textos continus i per això requereixen diferents enfocaments de comprensió lectora. El lector trobarà una descripció de l'enfocament estructural a l'estudi de Kirsch i Mosenthal (1989-1991). Segons aquest treball, les llistes són els textos discontinus més elementals. Les llistes consten de cert nombre d'elements que comparteixen una o diverses propietats. La propietat compartida es pot usar com etiqueta o títol de la llista. Les llistes poden tenir els seus elements ordenats (p. ex., els noms de l'alumnat d'una classe, ordenats alfabèticament) o desordenats (p. ex., una llista de la compra). La classificació de textos discontinus pel format ofereix una perspectiva coneguda per debatre els tipus de textos discontinus que es poden incloure en l'avaluació.

- Els *quadres i gràfics* són representacions icòniques de dades. S'utilitzen en l'argumentació científica i també en diaris i revistes per mostrar informació pública de tipus numèric i tabular en un format visual.
- Les *taules i matrius*. Les taules són matrius formades per files i columnes. Normalment, les entrades de cada columna i cada fila comparteixen algunes propietats i, per això, les etiquetes de la columna i de la fila formen part de l'estructura d'informació del text. Alguns exemples de taules són els horaris, els fulls de càlcul, els formularis de comandes i els índexs.

- Les *il·lustracions* solen acompanyar a les descripcions tècniques (p. ex., per identificar visualment les peces d'un electrodomèstic), als textos expositius i a les instruccions (p. ex., per mostrar com s'instal·la un electrodomèstic). És útil efectuar una distinció entre il·lustracions de procediment (com fer alguna cosa) i de procés (com funciona alguna cosa).
- Els *mapes* són textos discontinus que indiquen les relacions geogràfiques entre llocs. Existeixen molts tipus de mapes, com els mapes de carreteres, que marquen les distàncies i vies de comunicació existents entre llocs concrets, o els mapes temàtics, que indiquen les relacions existents entre llocs i característiques socials o físiques.
- Els *formularis* són textos amb una estructura i format específics, que requereixen que el lector respongui de determinada manera a preguntes concretes. Els formularis s'utilitzen en nombroses organitzacions per recopilar dades i solen contenir formats de resposta estructurats o precodificats. Alguns exemples típics d'aquest tipus de textos són els impresos per a les declaracions d'Hisenda, els formularis d'immigració, els formularis de visat o de sol·licitud, els qüestionaris estadístics, etc.
- Els *fulls informatius*, al contrari que els formularis, ofereixen informació en lloc de sol·licitar-la. Presenten la informació de manera resumida i estructurada, amb un format pensat perquè el lector pugui trobar fàcil i ràpidament dades específiques. Els fulls informatius poden contenir diversos tipus de text, juntament amb llistes, taules, xifres i característiques de format complexes (encapçalats, fonts, sangries, marges, etc.), per resumir i destacar la informació. Els horaris, llistes de preus, catàlegs i programes són exemples d'aquest tipus de text discontinu.
- Els *avisos i anuncis* són documents dissenyats per invitar al lector a fer alguna cosa, p. ex., comprar béns o serveis, assistir a trobades o reunions, elegir un candidat per a un càrrec públic, etc. La intenció d'aquests documents és persuadir el lector. Ofereixen quelcom i requereixen tant l'atenció com l'acció del lector. Entre els documents amb aquest tipus de format es troben els anuncis, invitacions, convocatòries, advertències i notes.
- Els *vals i cupons* certifiquen que el seu propietari té dret a certs serveis. La informació que contenen ha de ser suficient per mostrar si el cupó és vàlid o no. Entre els textos d'aquest tipus es troben els tiquets, albarans, etc.
- Els *certificats* són reconeixements escrits de la validesa d'un acord o contracte. La seva formalització afecta més al contingut que al format. Normalment requereixen la firma d'una o més persones autoritzades i amb competència per testificar la veracitat del que es declara. Les garanties, expedients acadèmics, diplomes, contractes, etc. són documents que presenten aquestes propietats.

La distribució i la varietat de textos que els estudiants han de llegir per al projecte PISA són característiques importants de l'avaluació. El quadre 2.1 mostra les distribucions de les tasques amb textos continus i discontinus en

l'avaluació PISA 2000 (la comprensió lectora com a àmbit principal) i les avaluacions PISA 2003 i 2006 (la comprensió lectora com a àmbit secundari). Es pot veure clarament que en els cicles de 2000, 2003 i 2006 els textos continus representen dues tercers parts de les tasques o preguntes incloses en l'avaluació. Dins d'aquesta categoria, en els tres cicles el percentatge més alt correspon als textos expositius.

Figura 1. Distribució de les tasques de competència en comprensió lectora, per format i tipus de text

Format i tipus de text	Percentatge d'exercicis classificats segons tipus i format de text (%)		Percentatge d'exercicis classificats segons tipus i format de text basat en l'avaluació completa (%)	
	La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)	La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003, 2006)	La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)	La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003, 2006)
• Textos continus				
La narració	21	17	14	11
L'exposició	36	67	24	43
La descripció	14	17	9	11
L'argumentació i persuasió	20	-	13	-
La instrucció	10	-	7	-
TOTAL	100	100	68	64
• Textos discontinus				
Quadres i gràfics	37	20	12	7
Taules	29	40	9	14
Diagrames	12	-	4	-
Mapes	10	10	3	4
Formularis	10	30	3	11
Anuncis	2	-	1	-
TOTAL ¹	100	100	34	37

1. La suma de les dades no sempre correspondrà als totals indicats a causa dels arrodoniments.

Característiques de les proves

S'utilitzen tres conjunts de variables per descriure les característiques de les proves: els processos de comprensió lectora, que descriuen l'exercici que ha de realitzar l'alumnat; els tipus de pregunta, que estableixen la manera que l'alumnat ha de demostrar la seva competència amb l'exercici; i els criteris de puntuació, que especifiquen la manera com deuen valorar-se les respostes dels estudiants. Es descriuran a continuació cadascun d'aquests conjunts de variables, encara que el primer exigeix una consideració més extensa.

Cinc processos (aspectes)

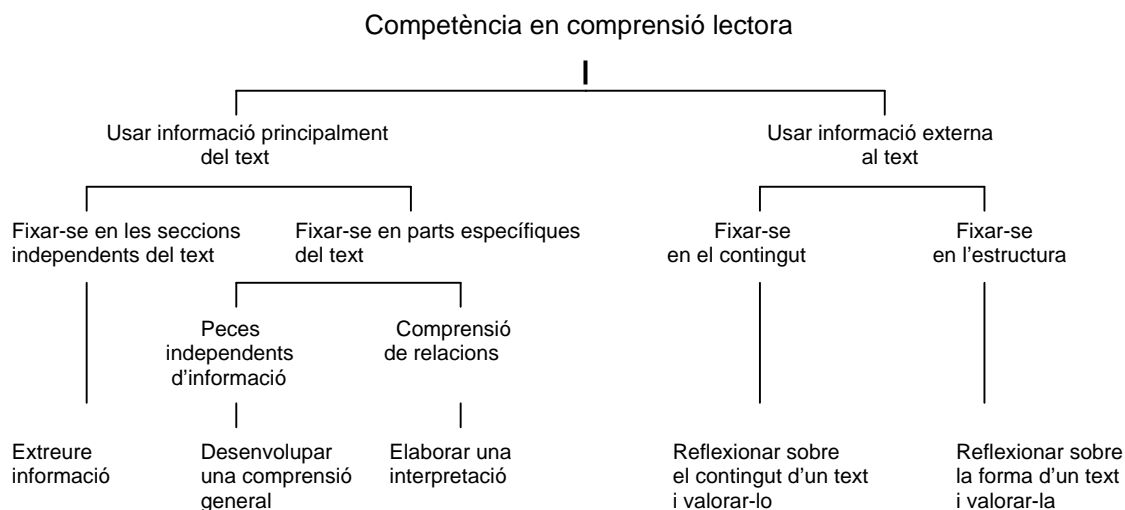
En un intent de propiciar situacions de comprensió lectora autèntiques, l'avaluació de la comprensió lectora de PISA mesura els següents cinc aspectes de la comprensió lectora, necessaris per assegurar la plena comprensió d'un text, sigui continu o discontinu. Els estudiants han de demostrar la seva competència en tots els processos següents:

- extreure informació;
- desenvolupar una comprensió general àmplia;
- elaborar una interpretació;
- reflexionar sobre el contingut d'un text i avaluar-lo;
- reflexionar sobre la forma d'un text i avaluar-la.

La comprensió plena dels textos implica tots aquests processos. S'espera que tots els lectors, independentment de la seva competència global, siguin capaços de demostrar cert grau de competència en cadascun d'ells (Langer, 1995). Si bé existeix una interrelació entre els cinc aspectes — cadascun exigeix aproximadament les mateixes habilitats bàsiques—, el fet d'aconseguir dominar un d'ells no garanteix que es dominin els altres. Alguns consideren que aquests aspectes formen part del repertori de tot lector en cada etapa del seu desenvolupament, i no d'una jerarquia ordenada o un conjunt seqüencial d'habilitats.

La figura 2 identifica les principals característiques distintives dels cinc processos de comprensió lectora mesurats en PISA. Encara que el quadre simplifica inevitablement cadascun dels processos, ofereix un esquema útil per organitzar i descriure les relacions existents entre ells. Segons s'aprecia en el quadre, els cinc processos es poden diferenciar a partir de quatre característiques.

Figura 2. Característiques distintives dels cinc processos de la competència en comprensió lectora



La primera tracta de fins a quin punt el lector s'ha de limitar a usar informació extreta del propi text o bé ha de recórrer a algun tipus de coneixement extern. Una segona característica tracta de fins a quin punt el lector s'ha de centrar en parts independents del text o bé recórrer a les relacions entre la informació continguda en el text. A vegades s'espera que els lectors busquin dades independents mentre que, altres vegades, se'ls demana que demostrin la seva comprensió de les relacions existents entre els apartats

del text. La tercera característica distintiva tracta de si el lector se centra en el text com conjunt o en les relacions entre les seves parts. La quarta característica tracta de si el lector ha de treballar amb el contingut bàsic del text en lloc de la seva estructura i forma. Els cinc processos de comprensió lectora es representen en l'última línia de la figura 2, en els extrems de les branques. Començant en la part superior del quadre i al llarg de cada branca, es mostren les característiques associades amb cada procés.

La descripció següent intenta definir els processos de manera operativa i relacionar-los amb certs tipus de pregunta. Encara que cada procés es descriu partint d'un sol text, pot aplicar-se també a múltiples textos quan aquests es presenten junts com una unitat de la prova. La descripció de cada procés consta de dues parts. La primera ofereix una visió general, mentre que la segona descriu la forma concreta que pot avaluar-se el procés.

Extreure informació

En el curs de la vida diària, és habitual que els lectors necessitin una informació concreta, com un número de telèfon o l'horari de sortida d'un autobús o d'un tren. També poden estar buscant un fet concret que recolzi o refuti una afirmació d'altra persona. En situacions com aquestes, als lectors els interessa poder trobar dades aïllades. Per això, han d'analitzar el text buscant, localitzant i seleccionant la informació rellevant. La major part de les vegades, el que es processa implícitament són les oracions, encara que, en alguns casos, la informació pot trobar-se en dues o més oracions o en diferents paràgrafs.

En els exercicis d'avaluació que requereixen buscar informació, l'alumnat ha de comparar la informació aportada en la pregunta amb la informació que s'expressa en el text amb les mateixes paraules o amb sinònims, i ha de partir d'aquesta per obtenir la nova informació que se li demana. En aquests exercicis, l'extracció d'informació es basa en el propi text i en la informació explicitada en el text. Els exercicis de recerca d'informació requereixen que l'alumnat localitzi dades segons les exigències o característiques especificades en les preguntes. L'alumnat ha de detectar o identificar un o més elements essencials d'una pregunta: personatges, lloc/temps, escenari, etc. I, posteriorment, ha de buscar un fragment de text que s'hi avingui de manera literal o com un sinònim.

Els exercicis d'extracció d'informació poden implicar diversos graus d'ambigüitat. Per exemple, pot ser que se sol·liciti a l'estudiant que seleccioni informació explícita, com una indicació temporal o espacial en un text o taula. Una versió més difícil d'aquest mateix tipus d'exercici pot implicar la recerca d'informació expressada mitjançant sinònims. Això pot implicar l'ús d'habilitats de classificació, o bé pot exigir que l'alumnat sàpiga diferenciar entre dues dades similars. Els diferents nivells de capacitat associats al procés de comprensió poden mesurar-se variant sistemàticament els elements que determinen la dificultat de l'exercici.

Desenvolupament d'una comprensió general

Per desenvolupar una comprensió general del que s'ha llegit, el lector ha de considerar el text com un conjunt o bé observar-lo des d'una perspectiva àmplia. Hi ha diversos exercicis d'avaluació en els quals els lectors han de desenvolupar una comprensió general. Pot ser que es demani a l'alumnat que mostri la seva comprensió inicial identificant el tema principal o missatge del text, o bé la seva intenció o ús general. Per exemple, alguns exercicis exigeixen que el lector seleccioni o ideï un títol o tema per al text, que expliqui l'ordre d'unes instruccions senzilles o que identifiqui les dimensions principals d'un gràfic o taula. Altres exercicis exigeixen que l'alumnat examini o descriuï el personatge principal, la situació o l'ambient d'una història, que identifiqui un tema o un missatge en un text literari o que expliqui la intenció o l'ús d'un mapa o d'un quadre.

En relació amb aquest procés, alguns exercicis poden exigir que l'alumnat compari determinats elements del text amb la pregunta. Per exemple, es planteja aquesta exigència quan el tema o la subdimensió apareixen explícitament en el text. Altres exercicis poden exigir que l'alumnat se centri en més d'una referència concreta del text: per exemple quan el lector ha de deduir el tema a partir de la repetició de certa categoria d'informació. Seleccionar la subdimensió implica establir una jerarquia d'idees i elegir la més general i la més dominant. Aquest tipus d'exercici indica si l'alumnat és capaç de distingir entre les subdimensions i els detalls secundaris o si és capaç de reconèixer el resum d'un tema principal en una frase o títol.

Desenvolupament d'una interpretació

El desenvolupament d'una interpretació exigeix que els lectors amplïïn les seves impressions inicials per desenvolupar una comprensió més específica o completa sobre allò que han llegit. Els exercicis d'aquesta categoria exigeixen desenvolupar una comprensió lògica, ja que els lectors han de processar l'organització de la informació al text. Per a això, els lectors han de demostrar que han entès la cohesió del text, encara que no puguin explicitar en què consisteix. En alguns casos, el desenvolupament d'una interpretació pot requerir que el lector processï una seqüència de només dues oracions a partir de la cohesió, la qual cosa pot facilitar-se encara més amb la presència de marques de cohesió, com l'ús d'*en primer lloc* i *en segon lloc* per indicar una seqüència. En casos més difícils, (p. ex., per indicar les relacions de causa i efecte), pot ser que no existeixin marques específiques.

Alguns exemples d'exercicis que poden usar-se per avaluar aquest procés inclouen, entre d'altres coses, comparar i contrastar informació, deduir inferències i identificar i relacionar proves. Els exercicis consistents en "comparar i contrastar" exigeixen que l'alumnat obtingui dues o més dades a partir del text. En aquest tipus d'exercicis, per processar la informació explícita o implícita procedent d'una o més fonts, el lector sol haver d'inferir una relació o categoria determinades. Aquest procés interpretatiu s'avalua també en altres

exercicis on s'exigeix que l'alumnat infereixi la intenció de l'autor i que identifiqui les proves que recolzen la seva deducció.

Reflexió i valoració sobre el contingut d'un text

La reflexió i valoració sobre el contingut d'un text exigeix que el lector relacioni la informació del text amb coneixements procedents d'altres fonts. A més, els lectors han de contrastar les afirmacions del text amb el seu propi coneixement del món. Sovint es demana als lectors que articulin i defensin el seu propi punt de vista. Per a això, els lectors han de ser capaços de desenvolupar una comprensió del que s'ha dit i del que es pretén dir amb el text. Tot seguit han de contrastar la seva representació mental amb el que saben i creuen partint bé d'informacions prèvies o bé d'informacions localitzades en altres textos. Els lectors han de basar-se en les proves contingudes en el text i contrastar-les amb altres fonts d'informació recurrent a coneixements generals i especialitzats, així com a la seva capacitat per dur a terme raonaments abstractes.

Els exercicis que avaluen aquest tipus de procés impliquen, entre d'altres coses, aportar proves o arguments externs al text, valorar la importància de determinades dades o proves o establir comparacions amb regles morals o estètiques (normes). És possible que es demani a l'alumnat que proporcioni o identifiqui dades alternatives que puguin reforçar un argument de l'autor, o que avaluï la suficiència de les proves o dades contingudes en el text.

Els coneixements externs amb els quals cal relacionar la informació textual poden procedir del propi coneixement de l'estudiant, d'altres textos facilitats en l'avaluació o de les idees explicitades en la pregunta.

Reflexió i valoració sobre la forma d'un text i la seva valoració

Els exercicis d'aquesta categoria exigeixen que els lectors es distanciïn del text, ho considerin objectivament i valorin la seva qualitat i adequació. El coneixement d'elements com ara l'estructura textual, el gènere o el registre del text té un paper important en aquests exercicis. Aquestes característiques, que formen la base de l'ofici d'un autor, tenen una importància essencial per comprendre els estàndards inherents a tasques d'aquesta mena. Analitzar si un autor ha aconseguit retratar amb èxit algunes característiques o convèncer al lector sobre el seu punt de vista no requereix només un coneixement substantiu, sinó també certa capacitat per detectar matisos lingüístics: per exemple, cal captar quan l'elecció d'un adjectiu pot influir en una interpretació.

Alguns dels exercicis que avaluen la capacitat per reflexionar sobre la forma dels textos poden exigir que es determini la utilitat d'un text per un objectiu específic o l'ús que fa un autor de determinades característiques textuais per aconseguir un propòsit concret. També poden demanar a l'alumnat que descriuï o comentï l'ús que fa l'autor de l'estil o que identifiqui la seva intenció o la seva actitud.

Distribució de les tasques

La figura 3 mostra la distribució dels exercicis de competència en comprensió lectora segons els cinc processos de la comprensió lectora definits anteriorment. La categoria més extensa, amb aproximadament el 50% dels exercicis, es correspon amb les dues branques del quadre 2.2 que demanen als estudiants concentrar-se en les relacions internes d'un text. Aquests exercicis exigeixen als estudiants que desenvolupin una comprensió global o una interpretació. A efectes de presentació de la informació, s'han agrupat en un sol procés denominat interpretació de textos. En el PISA 2000, la següent categoria en extensió està composta pel 30% dels exercicis, on es requereix que els estudiants demostrin la seva capacitat per recuperar dades aïllades. Tots aquests processos —desenvolupar una comprensió àmplia, extreure una informació i desenvolupar una interpretació— intenten mesurar fins a quin punt el lector és capaç d'entendre i d'utilitzar informacions principalment en el text. Els exercicis restants que corresponen al 20%, demanen als estudiants que reflexionin sobre el contingut o la informació del text o sobre l'estructura i forma del propi text.

Figura.3. Distribució dels exercicis segons el procés de la competència en comprensió lectora

Procés de la comprensió lectora	Percentatge dels exercicis (%)	
	La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)	La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003 i 2006)
Extracció d'informació	29	29
Interpretació de textos	49	50
Reflexió i valoració	22	21
TOTAL ¹	100	100

1. La suma de les dades no sempre correspondrà als totals indicats a causa dels arrodoniments.

Tipus de pregunta

Les tasques de lectura de PISA són de tipus diversos, incloses les d'elecció múltiple i els constructes que requereixen que els estudiants escriguin les seves respostes, en lloc d'escollir simplement entre una sèrie de respostes donades. Els diferents tipus de tasques exigeixen diferents formes d'avaluació. La figura 4 mostra que, en el PISA 2000, 2003 i 2006, prop del 43% dels exercicis de comprensió lectora corresponien a preguntes de resposta construïda oberta que exigien cert treball de valoració per part del corrector. La resta dels exercicis consisteixen en preguntes de resposta construïda tancada que requereix de part del corrector poca valoració subjectiva, així com en preguntes d'elecció múltiple senzilla, on l'alumnat elegeix una entre diverses respostes alternatives, i preguntes d'elecció múltiple complexa, en què l'estudiant elegeix més d'una resposta.

Aquesta figura revela també que, si bé les preguntes d'elecció múltiple i les de resposta construïda oberta estan representades a tots els processos, no segueixen una distribució uniforme. Hi ha un percentatge més gran de preguntes d'elecció múltiple associat als dos processos que han de veure amb la interpretació de les relacions existents en un text, com s'aprecia en la segona fila la figura 4. Per contra, si bé els exercicis de reflexió i valoració corresponen aproximadament al 20% dels utilitzats en els cicles PISA 2000, 2003 i 2006, només el 2% són preguntes d'elecció múltiple en PISA 2000. Dels exercicis de reflexió i valoració, un 20% aproximadament són preguntes de resposta construïda oberta, que requereixen cert treball de valoració per part del corrector.

Figura.4. Distribució dels exercicis de competència en comprensió lectora segons els processos i tipus de pregunta

Procés	Percentatge de preguntes de resposta múltiple		Percentatge de preguntes complexes de resposta múltiple		Percentatge de preguntes tancades		Percentatge de preguntes obertes (*)		Total ¹	
	PISA 2000	PISA 2003 i 2006	PISA 2000	PISA 2003 i 2006	PISA 2000	PISA 2003 i 2006	PISA 2000	PISA 2003 i 2006	PISA 2000	PISA 2003 i 2006
Extracció d'informació	8	-	2	4	6	14	13	11	29	29
Interpretació de textos	32	29	2	4	2	7	13	11	49	50
Reflexió i valoració	2	-	2	-	-	-	18	21	22	21
TOTAL¹	42	29	6	7	9	21	44	43	100	100

(*) Aquesta categoria inclou preguntes de resposta curta

1. La suma de les dades no sempre correspondrà als totals indicats a causa dels arrodoniments.

Puntuació

La puntuació és relativament senzilla en les preguntes d'elecció múltiple, puntuades de manera dicotòmica: l'alumnat ha elegit la resposta correcta o no. Els models de puntuació parcial permeten efectuar una correcció més matisada de les preguntes. Com que algunes de les respostes incorrectes són més completes que altres, l'alumnat que dóna una resposta "gairebé correcta" obté una puntuació parcial. Els models psicòmètrics d'aquest tipus de puntuació polítòmica estan establerts i en alguns sentits són preferibles a una puntuació dicotòmica, ja que utilitzen en major mesura la informació de les respostes. No obstant, la interpretació de la puntuació polítòmica és més complexa, ja que cada exercici ocupa més d'una posició en l'escala de dificultat: una per a la resposta totalment correcta i altres per a cada una de les respostes parcialment correctes. La puntuació parcial es fa servir en algunes de les preguntes de resposta construïda més complexes.

Situacions

La manera com es defineix la situació procedeix del treball del Consell d'Europa (2001) sobre el llenguatge. S'identifiquen quatre variables de situació: la comprensió lectora per a ús personal, la comprensió lectora per a ús públic, la comprensió lectora per a ús laboral i la comprensió lectora per a ús educatiu. Com que l'avaluació de la competència en comprensió lectora de PISA pretén mesurar aquells tipus de comprensió lectora que es donen tant dins com fora de les aules, la manera com es defineix la situació no pot basar-se simplement en el lloc on es fa la comprensió lectora. Per exemple, els llibres de text es llegeixen tant en els centres educatius com a les llars, però tant el procés com el propòsit de la comprensió lectora d'aquests textos difereix lleugerament d'un escenari a l'altre. A més, la comprensió lectora també es veu afectada per la utilitat pretesa per l'autor, pels diferents tipus de contingut i pel fet que altres persones (p. ex., professorat o patrons) decideixen de vegades què cal llegir i amb quin objectiu.

Per això, per a l'objecte d'aquesta avaluació, la situació pot entendre's com una classificació general dels textos basada en la utilitat pretesa per l'autor, en la relació amb altres persones relacionades implícitament o explícitament amb el text i en el contingut general. Els textos d'exemple s'han extret d'una sèrie de situacions diferents per maximitzar la diversitat de continguts inclosos en l'avaluació de la competència en comprensió lectora. Així mateix s'ha prestat una especial atenció a l'origen dels textos seleccionats per aquesta avaluació. L'objectiu ha estat aconseguir un equilibri entre la definició global de competència en comprensió lectora utilitzada en PISA i la diversitat lingüística i cultural dels països participants. Aquesta diversitat contribueix a garantir que cap grup es trobi en avantatge o en desavantatge en relació amb el contingut avaluat.

Les quatre variables de situació preses del treball del Consell d'Europa poden descriure's de la forma que segueix:

- **Comprensió lectora per a ús personal (particular):** Aquest tipus de comprensió lectora es fa per satisfer els propis interessos, tant pràctics com intel·lectuals. S'inclou la comprensió lectora realitzada per mantenir o desenvolupar vincles personals amb altres persones. Els continguts solen incloure cartes personals, narracions de ficció, biografies o textos informatius llegits per curiositat, com a part d'una activitat d'oci o esbarjo.
- **Comprensió lectora per a ús públic.** Aquest tipus de comprensió lectora es duu a terme per participar en activitats socials més àmplies. Inclou l'ús de documents oficials i informatius sobre esdeveniments públics. En general, aquests exercicis estan associats amb un contacte més o menys anònim amb altres persones.
- **Comprensió lectora per a ús laboral (professional).** Encara que només alguns dels joves que ara tenen 15 anys han d'utilitzar la comprensió lectora per a un ús laboral, és important avaluar la seva aptitud per a introduir-se en el món del treball ja que, en la major part

dels països, més del 50% dels joves de 15 anys s'integrarà en la població activa en un termini d'un o dos anys. S'acostuma a fer referència a l'activitat típica d'aquesta modalitat com “comprensió lectora per actuar” (Sticht, 1975; Stiggins, 1982), ja que té relació amb l'acompliment d'algunes tasques immediates.

- **Comprensió lectora per a ús educatiu.** Aquest tipus de comprensió lectora sol estar relacionat amb l'adquisició d'informació dins d'una tasca d'aprenentatge més àmplia. No sol ser l'alumnat qui elegeix els materials, sinó que els imposa un professor. El contingut sol estar dissenyat específicament per a l'objecte de la instrucció. S'acostuma a fer referència a l'activitat típica d'aquesta modalitat com “comprensió lectora per aprendre” (Sticht, 1975; Stiggins, 1982).

La figura 5 mostra la distribució dels exercicis de comprensió lectora a l'avaluació tenint en compte les quatre situacions segons que la comprensió lectora sigui l'àmbit principal d'avaluació (PISA 2000) o un àmbit secundari (PISA 2003, 2006).

Figura.5. Distribució dels exercicis de competència en comprensió lectora segons la situació

Situació	Percentatge de tasques	
	La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)	La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003, 2006)
Personal	20	21
Pública	38	25
Laboral	14	25
Educativa	28	29
TOTAL	100	100

Presentació dels resultats

Escales per a les proves de competència en comprensió lectora

Per garantir la cobertura més àmplia possible de la competència en comprensió lectora tal com ha estat definida en aquest text, els exercicis de comprensió lectora s'apliquen a mostres representatives dels estudiants de 15 anys dels països participants. No obstant això, cap estudiant haurà de respondre a tot el conjunt d'exercicis. L'estudi ha estat dissenyat perquè cadascun dels alumnes participants respongui a un determinat subconjunt del total d'exercicis procurant alhora que cadascun dels exercicis s'apliqui a mostres nacionalment representatives dels estudiants. Sintetitzar la competència dels estudiants en tot el conjunt d'exercicis possibles planteja, doncs, una certa dificultat.

Podem imaginar que els exercicis de comprensió lectora es distribueixen al llarg d'un *continuum*, segons la dificultat que plantegen als estudiants i el nivell d'habilitat necessari per contestar correctament a cada pregunta. El procediment utilitzat per PISA/OCDE per reflectir aquest *continuum* de dificultat i habilitat és la TRI, Teoria de Resposta a l'ítem (*Item Response Theory*). La TRI és un model matemàtic que es fa servir per calcular la probabilitat que una persona respongui correctament a un exercici determinat dins d'un grup concret d'exercicis. Aquesta probabilitat es distribueix per un *continuum* que representa tant la competència d'una persona (entesa com la seva capacitat) com la complexitat d'una pregunta (entesa com la seva dificultat). Aquest *continuum* de dificultat i competència es coneix com una "escala".

Presentació dels resultats

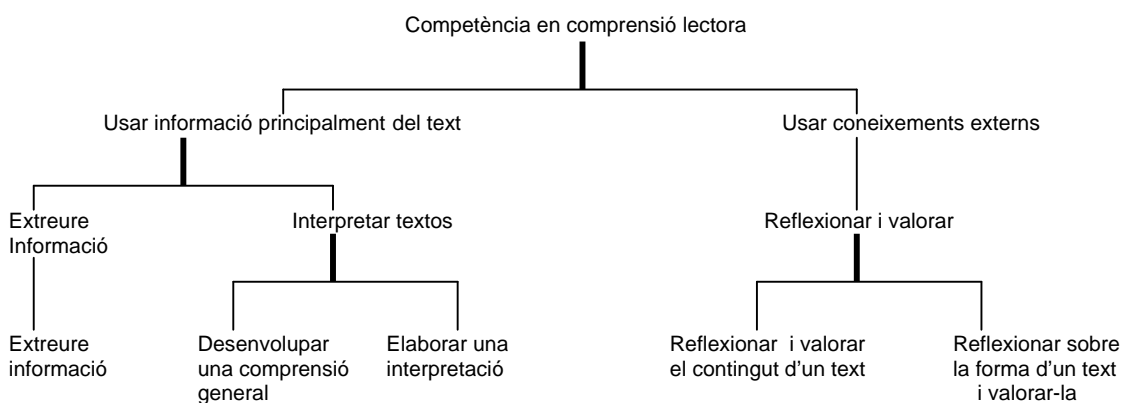
El PISA 2006 seguirà l'esquema de presentació dels resultats usat en l'estudi PISA 2000 i 2003, que presentaven els resultats segons una escala de competència amb base teòrica i interpretable en termes de política educativa. Els resultats de l'avaluació de la competència en comprensió lectora es van presentar inicialment per mitjà d'una sola escala composta, on la mitjana equivalia a 500 i la desviació típica a 100. A més, el rendiment dels estudiants es va representar mitjançant cinc subescales: tres subescales de procés (extracció d'informació, interpretació de textos i reflexió i avaluació; OCDE, 2001a) i dos subescales de format de text (text continu i discontinu; OCDE, 2002). Aquestes cinc subescales permeten comparar els valors mitjans i la distribució dels diferents subgrups i països en els diferents components que integren la competència en comprensió lectora. Encara que existeix una correlació elevada entre les subescales, la presentació dels resultats en cada una d'elles pot revelar interaccions interessants entre els països participants. En els casos que es dona una interacció d'aquest tipus, es pot observar i relacionar amb el currículum i amb la metodologia educativa utilitzada. En alguns països, l'important és saber com ensenyar millor el currículum escolar en vigor. En altres països, pot ser que l'important no sigui només saber com ensenyar, sinó també què ensenyar.

Les subescales del procés de lectura (aspectes)

La figura 6 presenta els exercicis de comprensió lectora d'acord amb tres processos. Hi ha dues raons per a utilitzar-ne tres en lloc de cinc subescales de procés. La primera és pragmàtica: en l'avaluació de 2003 i 2006, la comprensió lectora és un àmbit secundari i estarà limitada a unes 30 preguntes en lloc de les 141 utilitzades en l'estudi PISA 2000, quan la comprensió lectora era l'àmbit principal. Per tant, la informació recopilada serà insuficient per informar sobre les tendències produïdes en les cinc subescales del procés. La segona raó és conceptual: aquests tres processos parteixen del conjunt de cinc processos mostrats en el quadre 2.2. *El desenvolupament d'una comprensió àmplia* i *el desenvolupament d'una interpretació* s'han agrupat en una sola subescala denominada "interpretació de textos" perquè, en els dos casos, el lector processa la informació existent en el text: en el cas del *desenvolupament d'una comprensió*, en el conjunt del text, i en el cas del *desenvolupament d'una interpretació*, en la interrelació entre les parts del text. *La reflexió i l'avaluació*

del contingut d'un text i la reflexió i l'avaluació de la forma d'un text s'han agrupat en una sola subescala denominada "reflexió i avaluació" perquè la distinció entre la reflexió i avaluació sobre el contingut i la reflexió i avaluació sobre la forma, resultava, en la pràctica, una mica arbitrària.

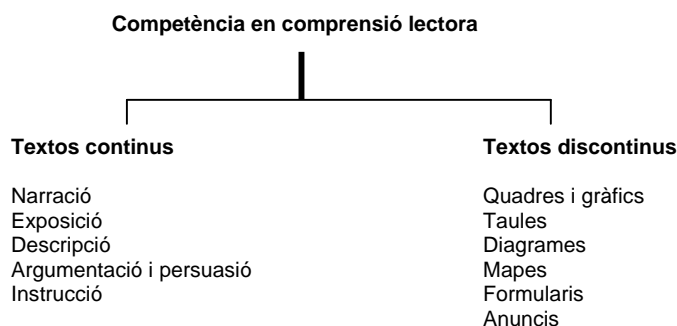
Figura 6. Relacions entre el marc conceptual de competència en comprensió lectora i les subescales de procés (aspectes)



Les subescales del format textual

L'estudi PISA 2003 i 2006 ofereixen també la possibilitat de mostrar els resultats basant-se en subescales relatives al format del text, tal com es va indicar en *Reading for change: Performance and engagement across countries* (OCDE, 2002). La figura 7 resumeix els diversos formats de text corresponents a les dues subescales de format i als seus exercicis respectius. Les dues parts de les preguntes es van utilitzar per a crear la subescala de text continu mentre que la tercera part restant de les preguntes s'utilitzaren per crear la subescala de text discontinu. Aquesta manera d'organitzar les dades permet observar les diferències existents entre els països a l'hora d'abordar textos de formats variats. En la presentació dels resultats del 2000, dues terceres parts de les tasques constituïen la subescala dels textos continus, mentre que l'altra tercera part formava la subescala dels textos discontinus. La distribució de tasques és similar el 2003 i el 2006.

Figura 7. Relació entre el marc conceptual de competència en comprensió lectora i les subescales relatives al format del text



Els valors de l'escala composta, així com els de les cinc subescales, representen diferents graus de competència. Un valor petit indica que l'estudiant té habilitats i coneixements molt limitats, mentre que un valor alt indica que l'estudiant té habilitats i coneixements bastants avançats. Utilitzant la Teoria de Resposta a l'Ítem és possible no només sintetitzar els resultats de diversos subgrups d'estudiants sinó també determinar la dificultat relativa dels exercicis de competència en comprensió lectora inclosos a l'estudi. És a dir, de la mateixa manera que cada individu obté un valor concret en l'escala segons la seva actuació en els exercicis de l'avaluació, cada exercici obté un valor específic segons la seva dificultat, que es determina a partir dels resultats assolits pels estudiants en els diferents països que participen en l'avaluació.

Elaboració d'un mapa d'ítems

El conjunt complet d'exercicis de competència en comprensió lectora usat en PISA presenta una àmplia varietat de formats de text, de situacions i d'exigències i, per tant, de graus de dificultat. Aquesta varietat es representa mitjançant el que es coneix com una planificació de preguntes. La planificació de preguntes ofereix una representació visual de les habilitats de competència en comprensió lectora mostrades pels estudiants en les diferents escales. La planificació hauria d'incloure una breu descripció d'un nombre escollit d'exercicis fets públics juntament amb els seus valors d'escala. Aquestes descripcions tenen en compte les habilitats específiques per les quals s'ha dissenyat cada exercici i, en cas d'exercicis de resposta oberta, els criteris utilitzats per avaluar correctament la pregunta. L'examen de les descripcions permet entendre els diferents processos que han d'efectuar els estudiants i les competències que han de demostrar en els diferents punts de les escales de competència en comprensió lectora.

En la figura 8 es mostra una planificació de preguntes del PISA 2000 i és important donar una petita explicació sobre la forma d'interpretar-la. En la figura 8, una pregunta que es troba en el punt 421 de l'escala composta requereix que l'alumnat indentifiqui l'objectiu comú que tenen dos textos breus comparant les subdimensions en cadascun d'ells. El valor assignat a cada pregunta parteix de l'assumpció que una persona situada en determinat punt de l'escala mostra la mateixa capacitat per resoldre tots els exercicis d'aquest punt de l'escala. A l'avaluació PISA/OCDE, es va decidir que el concepte capacitat significa que els estudiants, en determinat punt de l'escala de comprensió lectora, tenen una probabilitat del 62% de respondre correctament a les preguntes d'aquest punt. Això significa que els estudiants que obtinguin una puntuació de 421 en l'escala composta de competència en comprensió lectora tindran una probabilitat del 62% de respondre correctament les preguntes amb el valor 421 d'aquesta escala. Això no significa que els estudiants que obtinguin un valor inferior a 421 responguin sempre incorrectament. Això significa que els estudiants amb una puntuació 421 en l'escala composta de competència en comprensió lectora tindran una probabilitat del 62% de contestar correctament a les preguntes amb valor de 421 de l'escala. Això no significa que els estudiants que han obtingut una puntuació inferior a 421 responguin sempre incorrectament. Més aviat els estudiants tindran una probabilitat més o menys alta de respondre correctament

en línia amb la seva puntuació precalculada en l'escala de competència en comprensió lectora. I a la inversa, els estudiants que han obtingut una puntuació superior a 421 tindran una probabilitat de més del 62% de respondre correctament, mentre s'espera que els que tenen una puntuació inferior a 421 contestin correctament una pregunta d'aquest nivell de dificultat menys del 62% de les vegades. No cal oblidar que la pregunta apareixerà també en una de les subescales del procés i en una de les subescales del format, a més de l'escala composta de competència en comprensió lectora. En aquest exemple, la pregunta que ocupa el valor 421 és una pregunta d'interpretació i per tant apareix en l'escala de textos interpretatius, així com en l'escala de textos continus.

Nivells de competència en comprensió lectora

De la mateixa manera que la mostra d'alumnes participants de cada país s'elegeix de manera que representi a la població nacional d'estudiants de 15 anys, cada exercici de comprensió lectora representa una classe d'exercicis dins de l'àmbit de la comprensió lectora. Per tant, representa les capacitats que haurien d'haver adquirit els estudiants de 15 anys al manejar i processar textos escrits. Pot preguntar-se quina diferència hi ha entre els exercicis del nivell inferior de l'escala i els situats en les franges central i superior de l'escala. I també si els exercicis que cauen més o menys en el mateix punt de l'escala tenen característiques en comú pel fet de presentar nivells de dificultat similars. Una inspecció succinta de la planificació presentada revela que els exercicis de la part inferior de l'escala són diferents dels de la part superior. I una anàlisi més detinguda de la gamma d'exercicis representada en cada escala proporciona indicacions sobre un conjunt ordenat d'habilitats i estratègies per al processament de la informació. Els membres del grup d'experts en comprensió lectora van analitzar cada exercici per identificar un conjunt de variables que poguessin influir en la seva dificultat. Van descobrir que la dificultat està determinada en part per l'extensió, l'estructura i la complexitat del propi text. No obstant, també van observar que en la majoria de les unitats de comprensió lectora (entenen per unitat un text i un conjunt de preguntes), les preguntes se situaven al llarg de tota l'escala de competència en comprensió lectora. Això significa que, mentre que l'estructura d'un text té a veure amb la dificultat d'una pregunta, el que el lector ha de fer amb aquest text, tal com es defineix en la pregunta o instrucció, interactua amb el text i afecta la dificultat global.

Figura 8. Exemple de planificació de preguntes del PISA 2000

○ Tipus de procés ■ Tipus de text	Tipus de procés			Tipus de text	
	Extreure informació	Interpretar	Reflexió i avaluació	Continu	Discontinuu
Planificació de preguntes compostes					
822: CREAR UNA HIPÒTESI sobre un fenomen inesperat tenint en compte els coneixements prèviament adquirits i tota la informació rellevant que hi ha en una TAULA COMPLEXA sobre un tòpic poc familiar. (valor 2)			○		■
727: ANALITZAR diversos casos descrits i COMPARAR-LOS a categories que es donen en un DIAGRAMA-ARBRE part de la informació rellevant del qual es troba en les notes a peu de pàgina. (valor 2)		○			■
705: CREAR UNA HIPÒTESI sobre un fenomen inesperat tenint en compte els coneixements prèviament adquirits i alguna informació rellevant que hi ha en una TAULA COMPLEXA sobre un tòpic poc familiar. (valor 1)			○		■
652: AVALUAR la conclusió d'una NARRACIÓ LLARGA amb relació al seu tema implícit o la transmissió d'emocions. (valor 2)			○	■	
645: RELACIONAR MATISOS DE LLENGUA en una NARRACIÓ LLARGA amb el tema principal tenint en compte les idees conflictives. (valor 2)		○		■	
631: TROBAR informació en un DIAGRAMA-ARBRE utilitzant la informació continguda en una nota a peu de pàgina. (valor 2)	○				■
603: INTERPRETAR el significat d'una oració relacionant-la amb el context global d'una NARRACIÓ LLARGA.		○		■	
600: CREAR UNA HIPÒTESI sobre les decisions de l'autor relacionant l'evidència en un gràfic amb el tema principal deduït de la PRESENTACIÓ DE GRÀFICS MÚLTIPLES.			○		■
581: COMPARAR I AVALUAR l'estil de dues CARTES de tema lliure.			○	■	
567: AVALUAR la conclusió d'una NARRACIÓ LLARGA en relació amb l'argument.			○	■	
542: DEDUIR UNA RELACIÓ ANALÒGICA entre dos fets discutits en una CARTA de tema lliure.		○		■	
540: IDENTIFICAR la data de començament deduïnt-la d'un GRÀFIC.	○				■
539: INTERPRETAR EL SIGNIFICAT de citacions breus d'una NARRACIÓ LLARGA en relació amb l'ambient o la situació immediata. (valor 1)		○		■	
537: RELACIONAR l'evidència d'una NARRACIÓ LLARGA amb conceptes personals per justificar punts de vista oposats. (valor 2)			○	■	
529: EXPLICAR la motivació d'un personatge relacionant esdeveniments en una NARRACIÓ LLARGA.		○		■	
508: DEDUIR LA RELACIÓ entre DUES PRESENTACIONS GRÀFIQUES amb convencions diferents.		○			■

○ Tipus de procés ■ Tipus de text	Tipus de procés			Tipus de text	
	Extreure informació	Interpretar	Reflexió i avaluació	Continu	Discontínu
Planificació de preguntes compostes					
486: AVALUAR l'aptitud d'un DIAGRAMA-ARBRE per a fins específics.			○		■
485: TROBAR informació numèrica en un DIAGRAMA-ARBRE.	○				■
480: LLIGAR l'evidència d'una NARRACIÓ LLARGA a conceptes personals per tal de justificar un sol punt de vista. (valor 1)			○	■	
478: TROBAR I COMBINAR informació en un GRÀFIC LINIAL i la seva introducció per deduir un valor perdut.	○				■
477: COMPRENDRE l'estructura d'un DIAGRAMA-ARBRE.		○			■
473: LLIGAR casos descrits amb les categories donades en un DIAGRAMA-ARBRE quan part de la informació rellevant es troba en notes a peu de pàgina.		○			■
447: INTERPRETAR la informació en un sol paràgraf per tal d'entendre l'escena d'una NARRACIÓ.		○		■	
445: Distingir entre variables i TRETES ESTRUCTURALS d'un DIAGRAMA-ARBRE.			○		■
421: IDENTIFICAR el PROPÒSIT comú de DOS TEXTOS BREUS.		○		■	
405: TROBAR fragments d'informació explícita en un TEXT que conté organitzadors marcats.	○			■	
397: Deduir la IDEA PRINCIPAL d'una simple GRÀFIC-BARRA a partir del seu títol.		○			■
392: TROBAR un fragment literal d'informació en un TEXT amb una estructura molt clara.	○			■	
367: TROBAR informació explícita en una secció breu i especificada d'una NARRACIÓ.	○			■	
363: TROBAR un fragment d'informació explícitament indicat d'un TEXT amb títols de secció.	○			■	
356: RECONÈIXER EL TEMA d'un article que té un subtítol clar i una redundància considerable.		○		■	

Els experts van identificar cert nombre de variables que poden influir en la dificultat de qualsevol exercici de comprensió lectora. Un dels factors més importants és el procés utilitzat, que està relacionat amb l'extracció d'informació, amb el desenvolupament d'una interpretació o amb la reflexió sobre allò que s'ha llegit. Els processos difereixen en complexitat i sofisticació: des de la recerca de relacions senzilles entre dades concretes, passant per la classificació de les idees d'acord amb uns criteris donats, fins a la valoració crítica i la formació d'hipòtesis sobre una part del text. A més del procés utilitzat, la dificultat dels exercicis d'extracció d'informació varia segons el número de dades que s'han d'incloure en la resposta, el nombre de criteris que ha de satisfer la informació i el fet que la informació extreta hagi d'ordenar-se o no de determinada manera. En el cas dels exercicis d'interpretació i reflexió, la quantitat de text que cal assimilar és un factor important que afecta la dificultat.

En les preguntes que exigeixen reflexió per part del lector, la dificultat de l'exercici es veu influïda pel caràcter familiar o específic dels coneixements externs al text als quals cal recórrer. A tots els processos de comprensió lectora, la dificultat de l'exercici depèn de la "visibilitat" de la informació sol·licitada, de la quantitat d'informació alternativa present i del fet que el lector tingui o no instruccions explícites sobre les idees o la informació necessàries per completar l'exercici.

En un intent de representar aquesta progressió de la complexitat i la dificultat en el PISA 2000, l'escala composta de comprensió lectora i cadascuna de les subescales es van dividir en cinc nivells:

Nivell	Valors de l'escala PISA
1	335 a 407
2	408 a 480
3	481 a 552
4	553 a 625
5	Més de 625

Els grups d'experts van decidir que els exercicis situats en cada nivell de comprensió lectora compartien moltes de les característiques i limitacions i diferien de manera sistemàtica dels exercicis dels nivells superiors o inferiors. Per tant, aquests nivells poden constituir un mètode útil per a investigar la progressió de les exigències de competència en comprensió lectora en cada escala. Aquesta progressió es representa en la figura 9. El procés descrit és el que ja es va aplicar a la competència matemàtica en PISA 2003 i serà el mateix que s'apliqui a la competència científica en PISA 2006.

Figura 9. Mapa de nivells de competència en comprensió lectora

Nivell 5

Extreure informació

Trobar i ordenar o combinar fragments múltiples d'informació molt poc explícita alguns dels quals poden estar fora del cos principal del text. Deducir quina informació del text és rellevant per a l'exercici. Treballar amb informació que pot induir a error però molt plausible.

Interpretació de textos

Interpretar el significat del llenguatge matisat o demostrar una comprensió plena i detallada d'un text.

Reflexió i valoració

Avaluar críticament o fer una hipòtesi aprofitant coneixements especialitzats. Treballar amb conceptes contraris a allò que s'espera i aprofitar la comprensió profunda de textos llargs o complexos.

Textos continus: treballar amb textos l'estructura dels quals no és òbvia ni clarament senyalitzada per a descobrir la relació entre seccions específiques del text i el tema implícit o el seu propòsit.

Textos discontinus: identificar patrons entre segments d'una presentació –que pot ser llarga i detallada– tenint en compte també informació que no hi figura. L'estudiant haurà d'adonar-se

que una plena comprensió del text requerirà fer referència a una part separada del mateix document tal com una nota a peu de pàgina.

Nivell 4

Extreure informació

En un text amb context i forma familiars localitzar, ordenar o combinar múltiples fragments d'informació poc explícita cadascun dels quals possiblement hagi de satisfer criteris múltiples. Deducir quina informació hi ha en el text que sigui rellevant a l'exercici.

Interpretació de textos

Utilitzar un nivell alt de deducció basada en textos per comprendre i aplicar categories en un context no familiar i per interpretar el significat d'una secció de text tenint en compte el text sencer. Resoldre les ambigüitats, idees que són contràries a allò que s'espera i idees que s'expressen negativament

Reflexió i valoració

Utilitzar coneixements formals o públics per crear una hipòtesi o avaluar críticament un text. Demostrar una comprensió acurada de textos llargs o complexos.

Textos continus: seguir els vincles lingüístics o temàtics durant diversos paràgrafs, sovint sense marcadors discursius obvis, per localitzar, interpretar o avaluar informació poc explícita o per deduir un significat psicològic o metafísic.

Textos discontinus: examinar un text llarg i detallat per trobar la informació rellevant sovint amb poca o cap ajuda d'elements organitzadors com paraules clau o títols o una formatització especial, per localitzar diversos fragments d'informació per comparar-los i combinar-los.

Nivell 3

Extreure informació

Localitzar, i en alguns casos reconèixer la relació entre fragments d'informació cadascun dels quals pot ser que hagi de satisfer criteris múltiples. Treballar amb informació important contradictòria.

Interpretació de textos

Integrar diverses seccions d'un text per poder identificar un tema principal, comprendre una relació o interpretar el significat d'una paraula o frase. Comparar, contrastar o categoritzar tenint en compte molts criteris. Treballar amb informació que pot induir a error.

Reflexió i valoració

Fer connexions o comparacions, donar explicacions o avaluar una característica d'un text. Demostrar una comprensió detallada del text en relació amb coneixements quotidians i familiars o també utilitzar coneixements menys comuns.

Textos continus: utilitzar les convencions de l'organització de textos quan n'hi hagi, i seguir els vincles lògics implícits o explícits tal com les relacions de causa i efecte a través de frases i paràgrafs per localitzar, avaluar i interpretar informació

Textos discontinus: contemplar una exposició sota la perspectiva d'un altre document o exposició, que possiblement tindrà un format diferent, o combinar diversos fragments d'informació espacial, verbal i numèrica en un gràfic o mapa per treure conclusions sobre la informació representada.

Nivell 2

Extreure informació

Localitzar un o més fragments d'informació cadascun dels quals pot ser que hagi de satisfer criteris múltiples. Treballar amb informació que pot induir a error.

Interpretació de textos

Identificar la idea principal d'un text, comprendre les relacions, establir, o aplicar categories simples, o interpretar el significat dins d'una secció limitada del text quan la informació no és prominent i es requereixen deduccions de baix nivell.

Reflexió i valoració

Fer una comparació o connexions entre el text i coneixements exteriors, o explicar una característica del text utilitzant l'experiència personal i actituds

Textos continus: seguir connexions lògiques i lingüístiques dins d'un paràgraf per tal de localitzar o interpretar informació; o sintetitzar informació de textos o parts d'un text per deduir el propòsit de l'autor.

Textos discontinus: demostrar que s'ha entès l'estructura subjacent d'una presentació visual com per exemple un diagrama-arbre simple o una taula, o combinar dos fragments d'informació d'un gràfic o taula.

Nivell 1

Extreure informació

Localitzar un o més fragments independents d'informació explícitament enunciats que compleixen un criteri únic, amb cap o molt poca informació que pot induir a error en el text.

Interpretació de textos

Reconèixer el tema principal o el propòsit de l'autor en un text sobre un tema familiar quan la informació requerida en el text és prominent.

Reflexió i valoració

Fer una simple connexió entre informació del text i coneixements comuns i quotidians.

Textos continus: Utilitzar la redundància, títols de paràgraf o convencions comuns d'impremta per formar una impressió de la idea principal del text o per localitzar informació enunciada explícitament en una secció curta del text.

Textos discontinus: Concentrar-se en fragments separats d'informació normalment en una presentació única, com un mapa, un gràfic lineal o un gràfic de barres que presenta solament una petita quantitat d'informació de manera planera, i en la qual la gran majoria del text es limita a un petita quantitat de paraules o frases.

Interpretació dels nivells de competència en comprensió lectora

Cada nivell, a més de representar una sèrie d'exercicis i dels coneixements i habilitats relacionats, representa una sèrie de capacitats mostrades pels estudiants. Com s'ha dit, els membres del comitè d'experts van establir inicialment aquests nivells per representar un conjunt d'exercicis amb característiques compartides. A més, els diferents nivells comparteixen propietats estadístiques. Dins de cada nivell, es pot esperar que l'estudiant que ha obtingut el valor mitjà resolgui correctament l'exercici puntuat amb el valor mitjà d'aquest nivell en un 62% de les vegades. A més, l'amplitud de cada nivell està determinada en part per l'expectativa que un estudiant de l'extrem inferior de qualsevol nivell obtingui una puntuació del 50% en qualsevol exercici hipotètic compost per preguntes seleccionades aleatòriament dins d'aquest mateix nivell.

Com que cada escala de comprensió lectora representa un continu en els coneixements i habilitats, els estudiants d'un nivell concret, a més de

mostrar que han obtingut els coneixements i habilitats associats amb aquest nivell, mostren també haver obtingut els resultats associats amb els nivells inferiors. Per això, els coneixements i habilitats suposats per a cada nivell parteixen de les competències aconseguides en el nivell inferior i les engloben. Això significa que un estudiant que hagi estat qualificat dins del Nivell 3 de l'escala de competència en comprensió lectora té la capacitat necessària per resoldre no solament els exercicis del Nivell 3, sinó també els del Nivell 1 i els del Nivell 2. Això significa també que s'espera que l'estudiant que està en els Nivells 1 i 2 respongui correctament menys del 50% de les vegades a preguntes del Nivell 3. Dit d'una altra manera, s'espera que respongui amb correcció menys del 50% d'un exercici compost per preguntes pertanyent al Nivell 3.

En la figura 10 mostra la probabilitat que l'alumnat que hagi obtingut determinades puntuacions en l'escala composta de comprensió lectora doni una resposta correcta a exercicis de diferent dificultat. Un és un exercici del Nivell 1, un altre és un exercici del Nivell 3 i el tercer rep dues qualificacions: una en el Nivell 4 i l'altra en el Nivell 5. Com pot apreciar-se, un estudiant, per sota el Nivell 1, amb una puntuació de 298, té només un 43% de probabilitats de respondre correctament a l'exercici del Nivell 1, que ocupa el valor 367 en l'escala de competència en comprensió lectora. Aquesta persona té una probabilitat de només el 14% de respondre a la pregunta del Nivell 3 i una probabilitat gairebé nul·la de respondre correctament a l'exercici del Nivell 5. Una persona amb un resultat de 371, en el centre del Nivell 1, té una probabilitat del 63% de respondre a la pregunta situada en el valor 367, però una probabilitat només lleument superior a la d'un entre quatre de respondre correctament a la pregunta del valor 508, i una probabilitat de només el 7% de respondre correctament a l'exercici seleccionat en el Nivell 5. Per contra, es pot esperar que una persona classificada en el Nivell 3 respongui correctament el 89% de les vegades als exercicis puntuats amb el valor 367 en l'escala de competència en comprensió lectora, i un 64% de les vegades als exercicis del valor 508, a prop del punt central del Nivell 3. Tanmateix, aquesta persona arribaria a tenir una probabilitat de cada quatre (27%) de respondre correctament a les preguntes de la part central del Nivell 5. Finalment, s'espera que un estudiant del Nivell 5 respongui correctament la major part de vegades a la majoria dels exercicis. Com es mostra en el Quadre 2.10, un estudiant amb una puntuació de 662 en l'escala composta de comprensió lectora té una probabilitat del 98% de respondre correctament a l'exercici puntuat amb el valor 367, un 90% de probabilitats de respondre correctament a la pregunta del Nivell 3 (508), i una probabilitat del 65% de respondre correctament l'exercici pròxim al centre del Nivell 5 (652).

Figura 10. Probabilitat (en percentatge) de respondre correctament a exercicis de diversa dificultat per part d'estudiants amb diferents nivells de competència

	Pregunta del nivell 1 (fixada en 367 punts)	Pregunta de nivell 3 (fixada en 508 punts)	Pregunta de nivell 4 (fixada en 567 punts)	Pregunta de nivell 5 (fixada en 652 punts)
Per sota del nivell 1 (competència fixada en 298 punts)	43	14	8	3
Nivell 1 (competència fixada en 371 punts)	63	27	16	7
Nivell 2 (competència fixada en 444 punts)	79	45	30	14
Nivell 3 (competència fixada en 517 punts)	89	64	48	27
Nivell 4 (competència fixada en 589 punts)	95	80	68	45
Nivell 5 (competència fixada en 662 punts)	98	90	82	65

La figura 10 suscita implícitament diverses qüestions sobre els nivells màxim i mínim. Encara que ningú ha assolit el valor superior de l'escala de competència en comprensió lectora, pot assegurar-se amb cert grau de certesa que els estudiants amb una competència molt elevada poden resoldre exercicis classificats dins del nivell superior de capacitat. Per als estudiants que es troben en la base de l'escala de comprensió lectora es planteja més d'un problema. El Nivell 1 comença en el valor 335, encara que s'estima que en cada país hi ha un determinat percentatge d'estudiants que se situa per sota d'aquest punt de l'escala. Encara que no existeixen exercicis de competència en comprensió lectora puntuats amb un valor inferior al 335 de l'escala, no és correcte dir que aquests estudiants no compten amb habilitats de comprensió lectora o que són «totalment analfabets». No obstant, partint dels seus resultats en el conjunt d'exercicis utilitzats en l'avaluació, s'espera que obtinguin una puntuació correcta menys del 50% de les vegades en un conjunt d'exercicis seleccionats dins del Nivell 1. Per això, es classifiquen com estudiants amb un resultat inferior al Nivell 1.

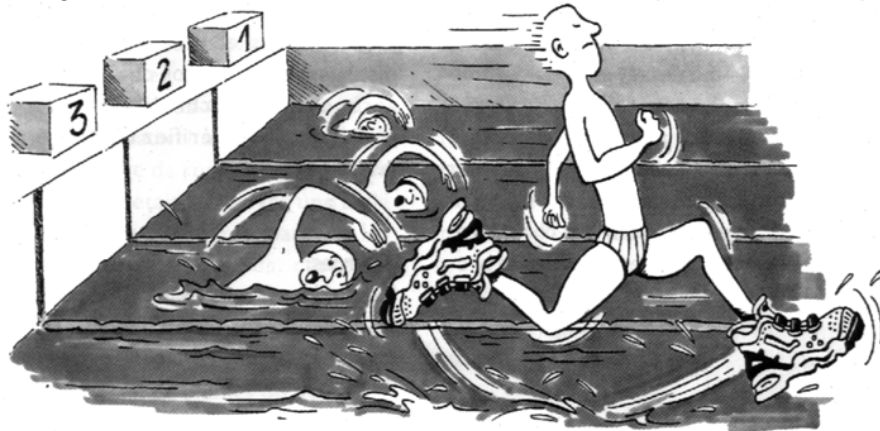
Atès que, comparativament, en les nostres societats hi ha pocs joves sense cap habilitat lectora, el marc no planteja mesurar si els estudiants de 15 anys són capaços de llegir en un sentit tècnic. És a dir, l'estudi PISA no estima la fluïdesa de comprensió lectora dels estudiants de 15 anys ni la seva competència en la resolució d'exercicis d'ortografia o d'identificació de paraules. No obstant, es fa eco de la idea contemporània que els estudiants, al final de l'escolarització obligatòria, haurien de ser capaços d'elaborar i ampliar el significat d'allò llegit i reflexionar sobre això, amb tota una gamma de textos continus i discontinus que se solen associar amb diverses situacions de dins i de fora de l'àmbit escolar. Si bé no és possible dir quins coneixements i habilitats lectores posseeixen els estudiants que han obtingut puntuacions inferiors al Nivell 1, el seu nivell de capacitat indica que no és probable que siguin capaços d'usar la comprensió lectora com una eina independent més per a l'adquisició de coneixements i habilitats en altres àmbits.

Exemples d'ítems de comprensió lectora

LES SABATILLES

TROBI'S BÉ AMB LES SEVES SABATILLES ESPORTIVES

L'article següent fa referència als resultats d'un estudi portat a terme pel Centre de



Medicina Esportiva de Lió (França) al llarg de catorze anys. Feu servir l'article per respondre les preguntes que es fan a continuació.

Cops, caigudes, desgast i esquinços

El 18% dels jugadors d'entre 8 i 12 anys ja té lesions al taló. El cartílag del turmell dels futbolistes no respon bé als cops i el 25% dels professionals reconeixen que és un punt dèbil. També el cartílag de la delicada articulació del genoll pot resultar malmès de forma irreparable i si no es prenen les precaucions adequades des de la infància (10-12 anys) pot provocar una artritis òssia prematura. Tampoc el maluc escapa a aquests mals i en especial quan el jugador està cansat, corre el risc de patir una fractura com a resultat de les caigudes o les col·lisions.

D'acord amb l'estudi, els futbolistes que porten jugant més de deu anys experimenten un creixement irregular dels ossos de la tibia o del taló. Això és el que es coneix com a "peu de futbolista", una deformació causada per les sabates

amb soles i formes massa flexibles.

Protegir, subjectar, estabilitzar, absorbir

Si una sabatilla és massa rígida, dificulta el moviment. Si és massa flexible, augmenta el risc de lesions i esquinços. Un bon calçat esportiu ha de complir quatre requisits:

En primer lloc, ha de proporcionar *protecció contra factors externs*: contra els impactes de pilota o d'un altre jugador, contra la irregularitat del terreny i mantenir el peu calent i sec, fins i tot amb pluja o fred intens.

Ha de *subjectar el peu*, i en especial l'articulació del turmell, per evitar esquinços, inflor i altres problemes que poden fins i tot afectar el genoll.

També ha de proporcionar una bona *estabilitat* al jugador. No ha de relliscar quan el sol està mullat o

derrapar en terrenys massa secs.

Finalment, ha d'*esmortir els cops*, especialment els que pateixen els jugadors de voleibol i bàsquet que estan constantment saltant.

Peus secs

Per evitar molèsties menors però doloroses com butllofes, clivelles o "peu d'atleta" (infecció per fongs), el calçat ha de permetre l'evaporació de la suor i impedir que penetri la humitat exterior. El material ideal és el cuir, que pot haver estat impermeabilitzat per evitar que es quedi xop tant bon punt plougui.

Font: Revue ID (16) 1-15 de juny de 1997

Les sabatilles és un fragment d'una exposició d'una revista franco-belga editada per als estudiants adolescents. El text es classifica dins de l'àmbit educatiu. Una de les raons per escollir-lo per formar part del mòdul de comprensió lectora és el seu tema, que es considera d'alt interès per a la població de 15 anys que constitueix l'avaluació PISA. L'article inclou una il·lustració de tipus còmic atractiva i es divideix mitjançant subtítols que criden l'atenció. Dins de la categoria de format de text continu, és un exemple d'escriptura expositiva, ja que proporciona les línies generals per a l'elaboració d'un constructe mental i presenta una sèrie de criteris per jutjar la qualitat del calçat esportiu en funció de si són adients o no per als joves esportistes.

Les quatre tasques basades en aquest estímul cobreixen els tres aspectes: recuperar informació, interpretar i reflexionar. Però totes eren relativament senzilles i s'inclouen en el Nivell 1. Una de les tasques es reproduïx a continuació.

Pregunta 1: LES SABATILLES

Segons l'article, per què no haurien de ser massa rígides les soles de les sabatilles esportives?

Puntuació 1 (392).

Respostes que fan referència a la limitació dels moviments.

Tenint en compte el seu aspecte, aquesta tasca es classifica com a recuperació d'informació. Requereix que els lectors prenguin en consideració un sol criteri per localitzar una dada que hi figura de manera explícita.

Un factor que contribueix a la dificultat d'una tasca és el grau de correspondència entre els termes de la pregunta i els termes del text. En aquest exemple, el lector pot comparar directament la paraula "rígida", que apareix en la pregunta i en la part principal del text, fet que facilita la localització de la informació.

Un altre factor que contribueix a la dificultat d'una tasca és la situació i la destacabilitat de la informació en el text. Per exemple, la informació a prop del principi del text acostuma a trobar-se més fàcilment. Tot i que la informació necessària per a aquesta tasca es troba al mig del text, ocupa una posició força destacable perquè es troba a prop del principi d'una de les tres seccions marcades per un subtítol.

Una altra raó que fa que aquesta tasca sigui relativament fàcil és que es pot obtenir la puntuació màxima citant directament el text: "dificulta el moviment". Ara bé, molts estudiants utilitzen les seves pròpies paraules, com ara: "Impedeixen córrer fàcilment", o bé "perquè et puguis moure fàcilment".

Un error comú és donar una resposta d'aquest tipus: "perquè cal que el peu estigui ben subjecte". És el contrari de la resposta demanada, tot i que també és una idea continguda en el text. Els estudiants que donen aquest tipus de resposta poden haver passat per alt la partícula negativa de la pregunta ("...no haurien de ser massa rígides"), o haver fet la seva pròpia associació d'idees entre "rígidesa" i "subjectar", cosa que els condueix al fragment del text que no és rellevant per aquesta tasca. Fora d'això, hi ha poca informació contradictòria que pugui distreure el lector.

ELS ANIMALS DEL LLAC TXAD

La figura 1 mostra els canvis de nivell en el llac Txad, situat al Nord de l'Àfrica sahariana. El llac Txad va desaparèixer del tot, entorn del 20.000 aC., durant la darrera època glacial. Cap al 11.000 aC., va reaparèixer. Avui, el seu nivell és aproximadament el mateix que a l'any 1.000 dC.

La figura 2 mostra la relació entre l'art rupestre saharià i els canvis en la distribució de les espècies animals.

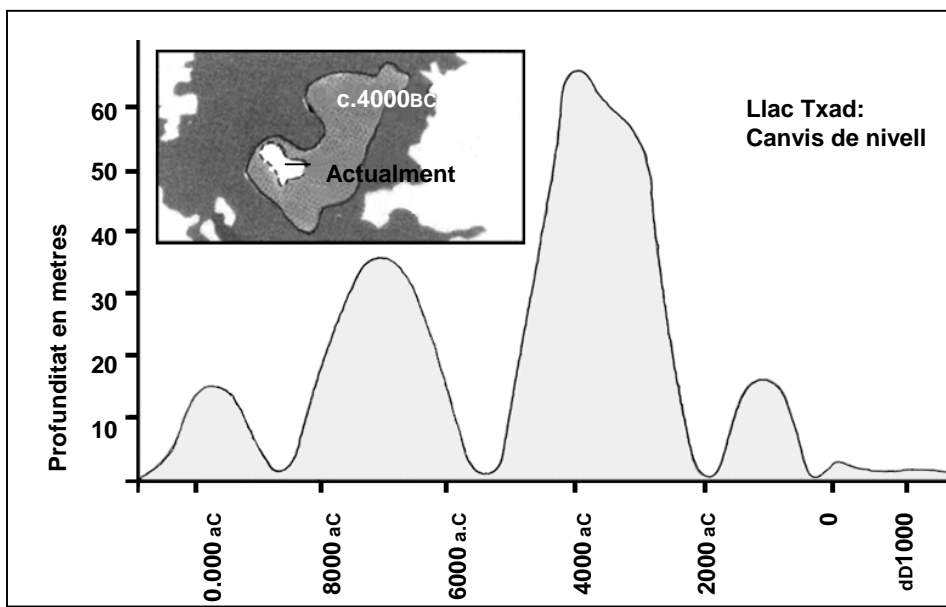
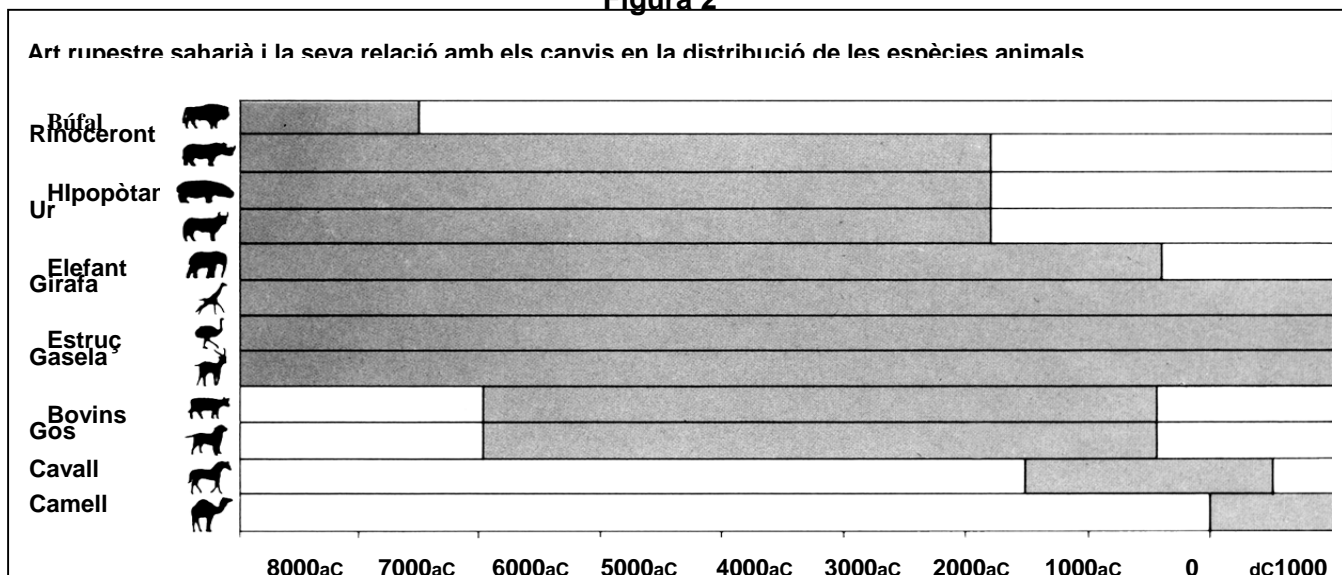


Figura 1

Figura 2



Font: Copyright Bartholomew Ltd. 1988. Extret de *The Times Atlas of Archeology* i reproduït amb el permís de Harper Collins Publishers.

La unitat *Els animals del llac Txad* presenta dos gràfics d'un atlas d'arqueologia. La figura 1 és un gràfic de línies i la figura 2 és un histograma horitzontal. Un tercer tipus de text discontinu està representat per un petit mapa que hi ha encastat a la figura 1. Dos passatges molt curts de prosa també formen part de l'estímul, però atès que les tasques relacionades amb aquest estímul estan relacionades principalment amb els components discontinus, es classifiquen com a discontinues en la dimensió del format de text.

Mitjançant la juxtaposició de diferents dades, l'autor convida el lector a deduir una connexió entre els canvis de nivell de l'aigua del llac Txad al llarg del temps i els períodes en què determinades espècies de fauna vivien en el seu entorn.

Aquest és un tipus de text que els estudiants tenen una gran probabilitat de trobar-se en l'àmbit educatiu. Ara bé, atès que l'atlas ha estat publicat per al públic general, el text es classifica en la situació pública dins del marc de l'avaluació de la comprensió lectora. El conjunt de cinc tasques que acompanyen aquest estímul cobreixen els tres aspectes. Una de les tasques, que il·lustra l'aspecte d'interpretació, es reproduïx a continuació.

Pregunta 1: ELS ANIMALS DEL LLAC TXAD

Per respondre aquesta pregunta, haureu de combinar informació de la figura 1 i de la 2.

La desaparició en l'art rupestre saharià del rinoceront, l'hipopòtam i l'ur va tenir lloc:

- A A principis de la darrera època glacial.
- B A mitjans del període, quan el llac Txad va assolir el seu nivell màxim.
- C Després que el nivell del llac Txad hagués baixat durant més de mil anys.
- D A principis d'un període de sequera ininterrompuda.**

Puntuació 1 (508)

La resposta correcta és l'opció C.

Aquesta tasca d'interpretació requereix que els estudiants integrin diferents dades dels textos discontinus per comprendre una relació. Cal que comparin informació proporcionada en dos gràfics.

El fet de requerir la combinació d'informació de dues fonts contribueix a la dificultat moderada de la tasca. Un altre fet que contribueix a la seva dificultat és que s'utilitzen dos tipus diferents de gràfics (un gràfic lineal i un histograma), i que cal que el lector hagi interpretat l'estructura d'ambdós gràfics per transferir la informació rellevant de l'un a l'altre.

Entre els estudiants que no van escollir la resposta correcta, la majoria van triar el distractor D, "a principis d'un període de sequera ininterrompuda". Si es deixa de banda els textos, aquesta sembla la resposta més versemblant de les errònies, i la freqüència amb què apareix indica que l'alumnat que l'ha escollida ha recorregut a coneixements comuns exteriors al text, en comptes de recórrer a buscar la informació que tenien al davant.

PINTADES

Estic indignada perquè aquesta és la quarta vegada que han hagut de netejar i repintar la paret del col·legi per treure'n les pintades. La creativitat és admirable, però la gent hauria de trobar altres formes d'expressar-se, els costos de les quals no hagués de suportar-los després la societat.

Per què ens creeu aquesta mala reputació als joves pintant en llocs on està prohibit? Els artistes professionals no penjen els seus quadres als carrers, oi? El que fan és buscar qui els financi i fer-se famosos a través d'exposicions que sí que són legals.

Crec que els edificis, tanques i bancs dels parcs són obres d'art en si mateixes. És realment patètic espatllar la seva arquitectura amb *graffitis*, i encara més: el mètode que s'utilitza destrueix la capa d'ozó. Realment no puc entendre per què aquests artistes delinqüents s'enfaden quan els treuen les seves "obres d'art" de les parets una i una altra vegada.

Olga

Hi ha gustos per a tot. La societat està plena de comunicació i publicitat. Logotips d'empreses, noms de botigues. Gran nombre de cartells il·legals enganxats pels carrers. És acceptable això? Sí, en general sí. Són acceptables les pintades? Alguns dirien que sí i d'altres que no.

Qui paga el preu de les pintades? Qui paga al final la publicitat? Exacte. El consumidor.

En tot cas, els que instal·len les tanques publicitàries, t'han demanat permís? No. I els que pinten els *graffitis*, sí que haurien de fer-ho? No es redueix tot a una qüestió de comunicació?

Pensa en una roba de ratlles i quadres que va aparèixer fa alguns anys a les botigues i en els vestits d'esquiar. L'estampat i els colors els havien copiat directament de les florides pintades que omplien els murs de ciment. És bastant xocant que acceptem i admirem aquests estampats i colors i, en canvi, aquest mateix estil en *graffitis* ens sembli horrorós.

Corren temps difícils per a l'art.

Sofia

Font: Mari Hamkala

L'estímul d'aquesta unitat, que procedeix de Finlàndia, el formen dues cartes publicades a Internet. Les quatre tasques que acompanyen l'estímul simulen activitats típiques de comprensió lectora, atès que com a lectors sovint comparem i contrastem idees de dues o més fonts diferents

Com que es van publicar a Internet, les cartes de *Pintades* es classifiquen dins de les situacions públiques. Es classifiquen com a argumentació dins de la més àmplia classificació de textos continus, atès que plantegen postures i miren de convèncer el lector sobre un punt de vista.

Així com amb el text *Sabatilles esportives*, s'espera que el tema del text *Pintades* sigui interessant per als joves de 15 anys: el debat implícit entre els autors sobre si els grafiters són artistes o vàndals representarà una situació real per als alumnes que fan la prova.

A continuació es reproduïx una de les tasques, que correspon a l'aspecte reflexió i valoració.

Pregunta 1: PINTADES

Podem parlar **del que** diu una carta (el seu contingut).

Podem parlar de **com** està escrita una carta (el seu estil).

Sense tenir en compte amb quina carta esteu d'acord, quina de les dues autores us sembla que ha escrit la millor carta? Expliqueu la vostra resposta referint-vos **a la manera** en què una de les cartes o totes dues estan escrites.

Puntuació 1 (581)

Les respostes que expliquen l'opinió amb la referència a l'estil o la forma d'una carta o d'ambdues. S'han d'aplicar criteris com ara l'estil de redacció, l'estructura de l'argument, la lògica de l'argument, el to, el registre o les estratègies per convèncer els lectors. S'ha de justificar l'ús de termes com ara "els millors arguments".

Aquesta tasca requereix l'ús de coneixements formals per avaluar la destresa de l'autor amb la comparació de les dues cartes. En la categorització de cinc aspectes, aquesta tasca es classifica com a "reflexió sobre la forma del text", atès que per respondre-hi els lectors han de recórrer a la seva pròpia opinió sobre el que constitueix una bona redacció.

La puntuació màxima es dona a molts tipus de respostes per exemple les que fan referència al to de les escriptores, a les estratègies d'argumentació o a l'estructura del text. Algunes de les respostes típiques que van obtenir la puntuació màxima van ser:

"La carta de l'Helga és més efectiva perquè es dirigeix directament als artistes de grafitis."

"Des del meu punt de vista, la segona carta és millor perquè conté preguntes que fan sentir-te que formes part de la discussió i no un simple espectador d'una conferència."

Les respostes que van obtenir pitjors puntuacions sovint van ser imprecises, o bé oferien una opinió general sense fonamentar-la, o bé es referien al contingut en comptes de l'estil (per exemple, "la Sofia, perquè el grafit és una forma d'art").

Resum

El concepte de competència lectora de PISA va més enllà de la simple medició de la capacitat d'un estudiant per descodificar i comprendre literalment una determinada informació. En PISA, la competència lectora implica a més la capacitat de comprendre i usar textos escrits i de reflexionar-hi. Un altre aspecte que també es té en compte és la importància de la competència lectora per a la consecució dels objectius dels individus i per a la seva participació en la societat com a ciutadans actius.

Es reconeix, també, que els i les estudiants puguin implicar-se en els processos de lectura de moltes maneres diferents. En aquest sentit, PISA distingeix entre els textos continus, com són els articles que l'alumnat pot llegir en una revista, els diaris o les novel·les, i els textos discontinus, com ara els gràfics, les taules, els mapes i els diagrames. També es presenta als estudiants una varietat de tipus d'exercici, que inclouen exercicis d'elecció múltiple i exercicis de resposta construïda oberta i tancada.

L'avaluació de la competència lectora en PISA es presenta en tres subescales: obtenció de la informació, interpretació de textos i reflexió i valoració. Com ja va passar en l'avaluació del 2000, s'han elaborat cinc nivells d'aptitud per indicar el rendiment dels estudiants en l'avaluació de lectura. En els nivells més alts, els estudiants són capaços de portar a terme tasques d'un alt grau de complexitat, com ho són localitzar informació complexa en un text poc familiar que contingui informació alternativa, mentre que en els nivells d'aptitud més baixos els estudiants només són capaços de localitzar informació més evident i amb menys informació alternativa. Dels estudiants dels nivells més alts s'espera que siguin capaços de reflexionar sobre els propòsits d'un autor en un determinat fragment textual, mentre que dels estudiants dels nivells més baixos s'espera que siguin capaços d'establir connexions simples entre la informació present en el text i la vida quotidiana.

La comprensió lectora va ser l'àrea d'avaluació principal del primer cicle de PISA i ho tornarà a ser el 2009. Arribat aquell moment, el marc conceptual de l'avaluació serà sotmès a revisió amb l'objectiu de prendre en consideració els avenços que s'hagin produït durant tot aquest temps.

CAPÍTOL 3: LA COMPETÈNCIA EN MATEMÀTIQUES

Definició de l'àmbit de coneixement

L'àmbit de competència en matemàtiques de PISA s'ocupa de la capacitat dels estudiants per analitzar, raonar i comunicar idees d'una manera efectiva, al plantejar, formular, resoldre i interpretar problemes matemàtics en diferents situacions. L'avaluació PISA se centra en problemes del món real, de manera que va més enllà dels casos i problemes que es plantegen generalment a les aules. En el context del món real, a l'hora de comprar, viatjar, cuinar, gestionar la seva economia individual o valorar qüestions polítiques entre d'altres coses, els ciutadans s'enfronten amb freqüència a situacions en les quals la utilització d'un raonament quantitatiu o espacial o altres aptituds matemàtiques els ajuda a aclarir, formular o resoldre un problema. Aquest tipus d'utilització de les matemàtiques es basa en les habilitats que s'han adquirit i practicat a través dels problemes que es presenten generalment en els llibres de text i a les classes. No obstant, aquestes habilitats requereixen la capacitat de saber aplicar-les en un context menys estructurat on no hi ha indicacions tan clares i on l'estudiant ha de decidir quines dades són importants i com aplicar-les perquè resultin útils.

La competència matemàtica d'acord amb PISA s'ocupa d'establir en quin grau els estudiants de 15 anys poden considerar-se ciutadans informats i reflexius i consumidors intel·ligents. Els ciutadans de tots els països s'han d'enfrontar cada vegada més amb una multitud de tasques que comprenen conceptes matemàtics, quantitius, espacials, de probabilitat o d'un altre tipus. Sense anar més lluny, els mitjans (diaris, revistes, televisió i Internet) estan plens d'informació en forma de taules, diagrames i gràfics sobre qüestions com el temps, l'economia, la medicina i l'esport, per nomenar-ne només algunes. Els ciutadans es veuen bombardejats amb informació sobre temes com *l'escalfament global i l'efecte hivernacle, el creixement de la població, les marees negres i la contaminació dels mars, la desaparició del camp*. I, finalment, però no per això menys important, els ciutadans es troben amb la necessitat de llegir formularis, interpretar horaris d'autobusos i trens, realitzar correctament operacions bancàries, decidir quina és la millor compra al mercat, etc. La competència matemàtica de PISA se centra en la capacitat dels estudiants de 15 anys (l'edat que molts estan acabant el seu aprenentatge formal obligatori de matemàtiques) per utilitzar el seu coneixement i comprensió matemàtics per dilucidar aquestes qüestions i dur a terme les accions pertinents.

La definició de *competència matemàtica* de PISA és la següent:

La competència matemàtica és l'aptitud d'un individu per identificar i comprendre el paper que desenvolupen les matemàtiques en el món, assolir raonaments ben fundats i utilitzar i participar en les matemàtiques en funció de les necessitats de la seva vida com a ciutadà constructiu, compromès i reflexiu.

A continuació es presenten algunes explicacions per aclarir la definició d'aquest àmbit de coneixement.

- El terme *competència matemàtica* s'ha escollit per emfatitzar l'ús funcional del coneixement matemàtic en nombroses i diverses situacions i de manera variada, reflexiva i basada en una comprensió profunda. Per descomptat, perquè aquest ús sigui possible i viable, es requereixen una gran quantitat de coneixements i d'habilitats matemàtiques bàsiques, i tals habilitats formen part de la nostra definició de competència. En el sentit lingüístic, la competència pressuposa, entre d'altres coses, un ampli vocabulari i un coneixement substancial de les regles gramaticals, la fonètica, l'ortografia, etc. A l'hora de comunicar-se, els éssers humans combinen aquests elements d'una manera creativa en resposta a les diferents situacions del món real en les quals es veuen embolicats. De la mateixa manera, la competència matemàtica no ha de limitar-se al coneixement de la terminologia, dades i procediments matemàtics, encara que, lògicament, ha d'incloure'ls, ni a les habilitats per dur a terme certes operacions i complir amb determinats mètodes. La competència matemàtica comporta la combinació creativa d'aquests elements en resposta a les condicions que imposi una situació externa.
- El terme *món* significa l'entorn natural, social i cultural on habita l'individu. Com va assenyalar Freudenthal (1983): «Els nostres conceptes, estructures i idees matemàtiques s'han inventat com eines per organitzar els fenòmens del món físic, social i mental» (pàg. IX).
- L'expressió *utilitzar i participar* s'aplica per a englobar l'ús de les matemàtiques i la resolució de problemes matemàtics. Comporta també una implicació personal al comunicar, relacionar, avaluar i fins i tot, apreciar les matemàtiques i gaudir-ne. D'aquesta manera, la definició de competència matemàtica engloba l'ús funcional de les matemàtiques en sentit estricte, així com la preparació per poder continuar estudiant-les, i els aspectes estètics i recreatius de les matemàtiques.
- L'expressió "*la vida dels individus*" inclou la vida privada de les persones, però també la laboral i social amb els seus companys i familiars, així com la seva vida com a ciutadà dins d'una comunitat.

Una capacitat fonamental que comporta aquesta noció de competència matemàtica és l'aptitud per plantejar, formular, resoldre i interpretar problemes a través de les matemàtiques en diferents situacions i contextos. Els contextos varien dels purament matemàtics a aquells en els quals no es presenta cap estructura matemàtica o aquesta no és evident d'entrada: la persona que plantegi o resolgui el problema haurà d'introduir correctament l'estructura matemàtica. També és important destacar que la definició no fa exclusivament referència als coneixements matemàtics mínims exigibles, sinó també a la realització i utilització de les matemàtiques en situacions que varien entre el dia a dia i allò que és més inusual, entre les coses simples i les complexes.

Les actituds i les emocions relacionades amb les matemàtiques, com ara la confiança en un mateix, la curiositat, la percepció del seu interès i la importància i el desig de fer o comprendre les coses, no formen part de la definició de competència matemàtica, però, no obstant això, contribueixen a ella. En principi, es pot tenir competència matemàtica sense que calgui albergar tals actituds i emocions. No obstant això, en la pràctica, no és probable que algú pugui exercir i portar a la pràctica tal competència si no compta amb cert grau de confiança en si mateix, curiositat, percepció del seu interès i la importància i el desig de fer o comprendre coses que incloguin components matemàtics. Es reconeix la importància d'aquestes actituds i sentiments en relació amb la competència matemàtica. No formen part de l'avaluació de la competència matemàtica, però es tractaran en altres parts de l'estudi PISA.

Base teòrica del marc de PISA per a l'avaluació de les matemàtiques

La definició de competència matemàtica de PISA és coherent amb la teoria àmplia i integradora sobre l'estructura i l'ús del llenguatge que apareix en recents estudis sobre la competència sociocultural. A la publicació de James Gee *Preamble to a Literacy Program* (1998), el terme "competència" es refereix a la utilització que fan les persones del llenguatge. La capacitat de llegir, escriure, escoltar i parlar una llengua constitueix l'eina més important d'entre les que intervenen en l'activitat social humana. De fet, cada llengua i cada utilització de la llengua posseeix un intrincat disseny que està vinculat de manera complexa a diferents funcions. Que una persona sigui competent en una llengua implica que coneix molts dels recursos de disseny de la llengua i que sap utilitzar els esmentats recursos en moltes i variades *funcions* socials. De manera anàloga, el considerar les matemàtiques com un llenguatge implica que els estudiants han d'aprendre els elements característics del discurs matemàtic (termes, fets, signes, símbols, procediments i habilitats per dur a terme certes operacions de subàmbits matemàtics específics, a més de l'estructura d'aquestes idees en cada subàmbit) i també que han d'aprendre a utilitzar tals idees per resoldre problemes no rutinaris en una varietat de situacions definides en termes de funcions socials. Cal tenir present que entre els elements característics de les matemàtiques es compten el reconeixement dels termes, procediments i conceptes bàsics que s'ensenyen normalment en els col·legis i també el saber com s'utilitzen i s'estructuren aquests elements característics. Malauradament, una persona pot conèixer molt bé aquests elements característics de les matemàtiques i no entendre la seva estructura ni saber com utilitzar-los per resoldre problemes. Aquestes nocions teòriques de la interacció dels "elements característics" i les "funcions" que fonamenten el marc conceptual de les matemàtiques de PISA s'il·lustren mitjançant l'exemple següent.

Exemple 1: FREQUÈNCIA CARDÍACA

Per raons de salut, la gent ha de limitar els seus esforços, per exemple durant la pràctica esportiva, a fi de no sobrepassar una determinada freqüència cardíaca.

Durant molts anys, la relació entre la freqüència cardíaca màxima d'una persona i la seva edat es descrivia aplicant la fórmula següent:

Freqüència cardíaca màxima recomanada = 220 – edat

No obstant això, investigacions recents han demostrat que s'ha de modificar lleugerament aquesta fórmula. La nova fórmula és la següent:

Freqüència cardíaca màxima recomanada = 208 – (0,7 x edat)

Les preguntes d'aquesta unitat se centren en la diferència existent entre ambdues fórmules i com afecten el càlcul de la freqüència cardíaca màxima permesa.

Aquest problema es pot resoldre seguint una estratègia general utilitzada pels matemàtics, a la qual en aquest marc s'anomena *matematització*. La matematzació pot caracteritzar-se mitjançant cinc aspectes:

- Primer, el procés de matematzació comença amb un problema situat en el món real.

Com es desprèn clarament de l'ítem, en aquest cas la realitat és la salut i la bona forma física. Una regla important que cal aplicar quan un fa exercici és que cal ser prudent i no forçar-se massa, perquè un esforç excessiu pot provocar problemes de salut. La pregunta ens alerta d'aquesta situació a través del text relacionant la salut amb la freqüència cardíaca i fent referència a "la freqüència cardíaca màxima recomanada".

- En segon lloc, la persona que resol el problema intenta identificar les matemàtiques pertinents per al cas i reorganitza el problema segons els conceptes matemàtics identificats.

Sembla clar que hi ha dues fórmules verbals que cal entendre, i que es demana a l'alumnat que compari les dues fórmules i tracti de saber què signifiquen realment en termes matemàtics. Les fórmules estableixen una relació entre la freqüència cardíaca màxima recomanada i l'edat de la persona.

- El tercer pas implica l'abstracció gradual de la realitat.

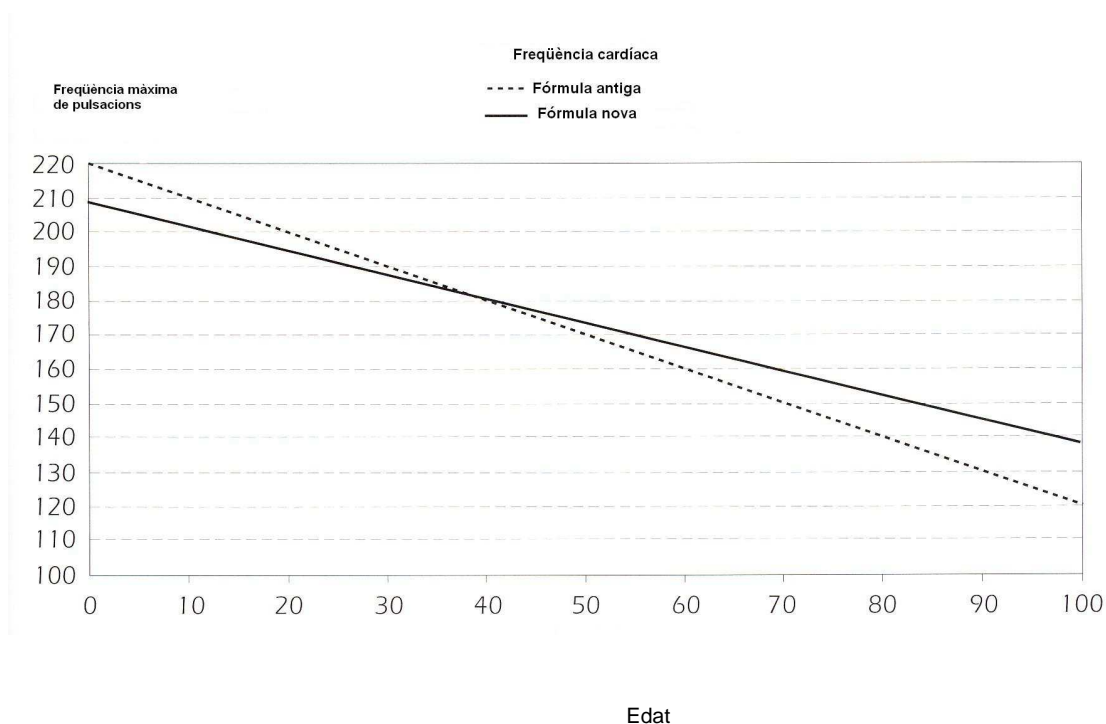
Hi ha dues maneres diferents d'abstraure la realitat, això és, de formular el problema en termes estrictament matemàtics. Una manera de fer-ho és transformar les fórmules verbals en expressions algebraïques més formals, com ara:

$$y = 220 - x$$
$$y = 208 - 0,7 x$$

És clar que l'alumnat ha de recordar que y expressa la freqüència cardíaca màxima en pulsacions per minut i que x representa l'edat en anys. Una altra manera de passar a un món "estricteament" matemàtic seria dibuixant

els gràfics directament a partir de les fórmules verbals. Aquests gràfics són dues línies rectes perquè les fórmules són de primer grau.

Aquests tres passos es porten des del problema del món real al problema matemàtic.



- El quart pas és resoldre el problema matemàtic.

Per resoldre el problema matemàtic s'han de comparar dues fórmules o dos gràfics i treure alguna conclusió sobre les diferències que suposen per a la gent d'una determinada edat. Una bona manera de començar és descobrir en quin punt les dues fórmules donen el mateix resultat o en quin punt es creuen els dos gràfics. Podem trobar la solució resolent l'equació:

$$220 - x = 208 - 0,7x$$

La solució és $x = 40$ i el valor corresponent per a y és 180. Així doncs, els dos gràfics es creuen al punt (40, 180).

Aquest mateix punt es pot localitzar en el gràfic anterior. Atès que la pendent de la primera fórmula és -1 i la de la segona és -0,7, l'alumnat sap que la pendent del segon gràfic és "menys pronunciada" que la primera. O bé que el gràfic de $y = 220 - x$ es troba "per sobre" del gràfic de $y = 208 - 0,7x$ per als valors de x inferiors a 40, i que es troba "per sota" per als valors de x superiors a 40.

- El cinquè pas fa referència a la pregunta: quin és el significat d'aquesta solució estrictament matemàtica en traspasar-la al món real?

El significat no és gaire difícil si ens adonem que x representa l'edat d'una persona i y la freqüència cardíaca màxima. Per a una persona de 40 anys, ambdues fórmules donen el mateix resultat: una freqüència cardíaca màxima de 180. La fórmula "antiga" permet obtenir una freqüència cardíaca més elevada per als joves: a l'extrem, si l'edat és igual a 0, el màxim és 220 en la fórmula antiga i només 208 en la fórmula nova. Però per a la gent gran, en aquest cas els majors de 40 anys, els aprofundiments més recents permeten obtenir una major freqüència cardíaca màxima: per exemple, i ens situem un altre cop a l'extrem, per a una edat de 100 anys, veiem que la fórmula antiga ens dona un màxim de 120 i la nova 138. És important, no obstant això, tenir en compte una qüestió: a les fórmules usades els manca precisió matemàtica i donen la sensació de tenir un caràcter pseudocientífic. De fet, les fórmules només ofereixen una regla general que s'ha d'utilitzar amb precaució, sobretot amb les edats límit. En tot cas, aquest exemple posa de manifest que, tot i que amb ítems relativament "simples" en el sentit que es poden utilitzar dins de les restriccions d'un ampli estudi internacional i poden resoldre's en poc temps, permet identificar el cicle complet de la matematització i la resolució de problemes.

Són aquests els procediments que descriuen, en un sentit ampli, com, sovint, els matemàtics «fan matemàtiques», com la gent utilitza les matemàtiques en gran nombre de tasques reals i potencials i com els ciutadans ben informats i reflexius utilitzen les matemàtiques per participar en el món real de manera total i competent. De fet, aprendre a matematitzar hauria de constituir un dels objectius educatius més importants per a tot l'alumnat.

En l'actualitat, i és de preveure que en el futur continuarà essent així, tots els països necessiten ciutadans competents en matemàtiques, capaços d'enfrontar-se a una societat complexa i ràpidament canviant. La informació accessible ha anat creixent de manera exponencial i els ciutadans han de ser capaços de decidir com tractar aquesta informació. Els debats socials fan ús, cada vegada més, d'informació quantitativa per recolzar les afirmacions. Un exemple de la necessitat de la competència matemàtica s'observa quan, sovint, a les persones se'ls demana en enquestes i estudis que donin opinions i valoracions sobre l'exactitud de diferents conclusions i afirmacions. El ser capaç de jutjar la solidesa de les afirmacions de tals arguments és, i anirà sent cada vegada més, una característica molt important del ciutadà responsable. Els passos del procés de matematització tractats en aquest marc conceptual constitueixen elements fonamentals a la hora d'utilitzar les matemàtiques en aquest tipus de situacions complexes. El no saber utilitzar les nocions matemàtiques pot portar a adoptar decisions confuses en la vida personal, a creure més fàcilment en les pseudociències i a prendre decisions poc informades en la vida professional i social.

Un ciutadà amb competència matemàtica s'adona del ràpid que es produeixen els canvis i de la consegüent necessitat d'anar aprenent al llarg de tota la vida. Adaptar-se a aquests canvis d'una manera creativa, flexible i pràctica és una condició necessària per tenir èxit com a ciutadà. Les habilitats apreses a l'escola probablement no seran suficients per cobrir les necessitats dels ciutadans en la major part de la vida adulta.

Els requisits per exercir una ciutadania competent i reflexiva afecten també al món del treball. Als treballadors se'ls demana cada vegada menys que realitzin treballs físics repetitius en la seva vida laboral. Pel contrari, participen activament en el control de la producció d'un gran nombre de màquines d'alta tecnologia al mateix temps que tracten amb una gran quantitat d'informació i participen en la resolució de problemes en grup. La tendència és que cada vegada hi haurà més treballs que exigiran la capacitat de saber comprendre, comunicar, utilitzar i explicar conceptes i procediments basats en el pensament matemàtic. Els passos del procés de matematització constitueixen els fonaments d'aquest tipus de pensament matemàtic.

Finalment, els ciutadans i ciutadanes amb competència matemàtica tendeixen a apreciar les matemàtiques com una disciplina dinàmica, canviant i important que, sovint, els resulta útil per a les seves necessitats.

Des d'un punt de vista pràctic, el problema que se li planteja a PISA és determinar la manera d'avaluar si els estudiants de 15 anys posseeixen o no una competència matemàtica en termes de la seva habilitat per a matematitzar. Malauradament, les restriccions de temps que comporta l'avaluació dificulten aquesta tasca, ja que és innegable que, per a les situacions reals més complexes, el procés que condueix de la realitat a les matemàtiques i a la inversa, sovint implica treballar en grup i saber trobar els recursos apropiats, la qual cosa necessita un temps considerable.

Per il·lustrar el procés de la matematització en un exercici complex de resolució de problemes, s'inclou tot seguit l'exemple VACANCES, que és un ítem de l'Estudi de resolució de problemes PISA 2003. El problema planteja dues preguntes a l'alumnat. Tracta de la planificació d'una ruta i dels llocs on dormir durant un viatge de vacances. Els estudiants disposen d'un mapa simplificat i un gràfic (de representacions múltiples) que mostren les distàncies entre les ciutats il·lustrades en el mapa.

*Exemple 2: **VACANCES***

En aquest problema es tracta de planificar la millor ruta per a unes vacances.

Les figures A i B mostren un mapa de la zona i les distàncies que hi ha entre les diferents poblacions.

Figura A. Mapa de es carreteres que uneixen les poblacions

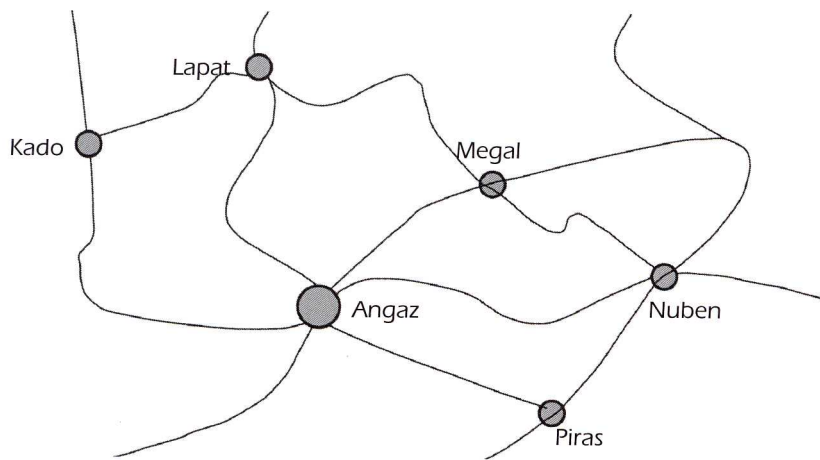


Figura B. Distància mínima per carretera entre les diferents poblacions, expressada en quilòmetres

Angaz						
Kado	550					
Lapat	500	300				
Mergal	300	850	550			
Nuben	500		1300	450		
Piras	300	850	800	600	250	
	Angaz	Kado	Lapat	Megal	Nuben	Piras

Pregunta 1: VACANCES

Calcula la distància més curta per carretera entre Nuben i Kado.

Distància: quilòmetres.

Pregunta 2: VACANCES

La Zoe viu a Angaz. Vol visitar Kado i Lapat. Només pot recórrer fins a 300 quilòmetres en un sol dia, però pot fer una pausa en el seu viatge i acampar de nit a qualsevol lloc entre les ciutats.

La Zoe romandrà dues nits a cada ciutat, per poder-hi passar un dia sencer visitant els llocs d'interès.

Completa la taula següent amb l'itinerari de la Zoe, tot indicant on passa cada una de les nits.

Dia	Estada nocturna
1	Càmping entre Angaz i Kado
2	
3	
4	
5	
6	
7	Angaz

Es pot observar que no hi ha una relació òbvia amb una disciplina curricular, tot i que existeix una relació clara amb les matemàtiques discretes. Tampoc hi ha una estratègia predefinida per resoldre el problema. Sovint, quan es planteja un problema a l'alumnat, aquest sap exactament quina estratègia ha de fer servir. Però en la resolució de problemes del món real no es disposa d'estratègies clarament definides.

D'altra banda, és clar que els cinc aspectes de la matematització són clarament visibles: el problema se situa en la realitat, pot organitzar-se d'acord amb conceptes matemàtics (taules de distàncies o matrius) i mapes (entesos com a models de la realitat). Cal que l'alumnat deixi de banda la informació irrellevant i que se centri en la informació rellevant, especialment en els aspectes matemàtics d'aquesta informació. Després de "resoldre" el problema en termes matemàtics, ha de reflectir la solució en termes de la situació real.

De l'informe OCDE/PISA sobre *Problem Solving for Tomorrow's World*, (OCDE, 2005, París), podem deduir que, tot i que es requereix un volum de lectura relativament baix, es tracta d'un problema força complex degut al fet que l'alumnat ha de llegir i interpretar la informació a partir del mapa i del gràfic de distàncies. Algunes de les distàncies que ha de trobar al gràfic requereixen que l'alumnat llegeixi les distàncies començant des de la part inferior del gràfic, en comptes de fer-ho des de l'esquerra cap a baix. Per exemple, per determinar la distància entre Nuben i Piras, cal transformar la recerca per la de trobar la distància entre Piras i Nuben.

La segona pregunta estableix una sèrie de restriccions que s'han de respectar simultàniament: recórrer un màxim de 300 km en un dia donat, començar i acabar a Angaz –la ciutat on viu la Zoe– visitar Kado i Lapat i passar dues nits a cadascuna d'aquestes ciutats perquè la Zoe pugui complir els objectius que s'havia marcat per a les vacances.

S'ha de remarcar que en la prova de resolució de problemes de PISA, de la qual es va extreure aquest ítem, els estudiants disposaven de molt més temps per trobar les respostes que la mitjana de temps de la qual es disposa per als ítems de matemàtiques, que sol ser més curt.

Per jutjar si els joves de 15 anys poden utilitzar el seu coneixement matemàtic adquirit per resoldre els problemes matemàtics amb què es troben en la vida real, l'ideal seria poder recollir informació sobre la seva capacitat per a *matematitzar* situacions complexes. És evident que això no és gens pràctic. En vistes d'això, PISA ha decidit preparar ítems per avaluar diferents parts d'aquest procés. L'apartat següent descriu l'estratègia escollida per crear un conjunt d'ítems de la prova de manera equilibrada a fi que la selecció d'aquests ítems cobreixi els cinc aspectes de la *matematització*. L'objectiu és utilitzar les respostes a aquests ítems per situar l'alumnat en una escala de nivells de competència en el constructe de competència en matemàtiques de PISA.

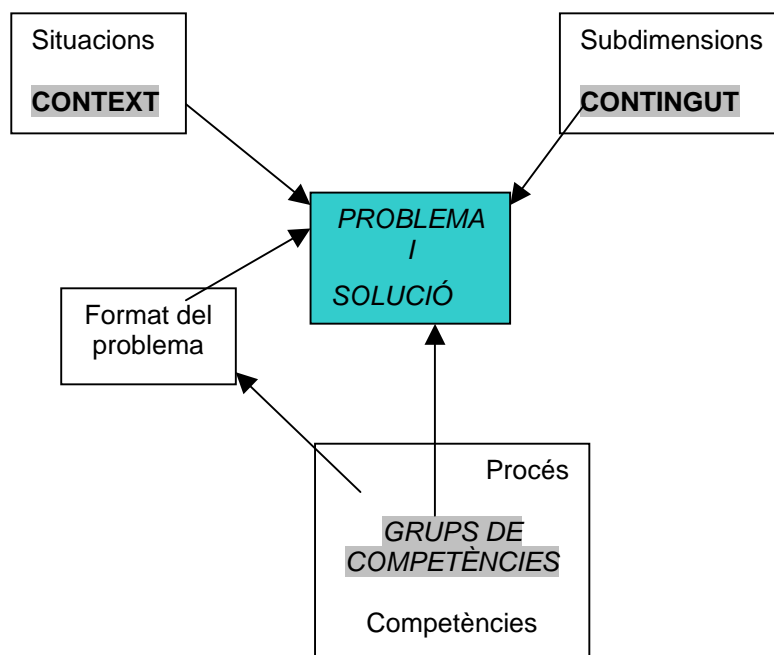
Organització de l'àmbit de coneixement

El marc conceptual de matemàtiques de PISA proporciona la base i la descripció d'una avaluació que determina en quina mesura els estudiants de 15 anys són capaços de manejar les matemàtiques d'una manera ben fonamentada en fer front a problemes del món real. O, en termes més generals, una avaluació del grau de competència matemàtica dels estudiants de 15 anys. Per descriure més clarament l'àmbit de coneixement avaluada calen distingir-se tres elements:

- les *situacions o contextos* en què se situen els problemes,
- el *contingut matemàtic* del qual cal valer-se per resoldre els problemes organitzat segons certes subdimensions i, sobretot,
- les *competències* que s'han d'activar per vincular el món real en el qual es generen els problemes amb les matemàtiques, i, per tant, per resoldre els problemes.

Aquests elements estan representats de manera gràfica en la Figura 1 i després hi ha una explicació de cada un dels elements.

Figura 1. Els elements de l'àmbit de coneixement de matemàtiques



El grau de *competència matemàtica* d'una persona s'observa en la manera que utilitza les seves habilitats i coneixements matemàtics per resoldre problemes. Els problemes (i la seva resolució) poden presentar-se en una gran varietat de situacions o contextos en l'experiència d'una persona. Els problemes elaborats per PISA s'extreuen del món real de dues maneres. En primer lloc, els problemes es donen en situacions genèriques que són importants en la vida de l'estudiant. Aquestes situacions formen part del món real i estan indicades mitjançant un quadrat gran en la part superior esquerra del gràfic. En segon lloc, dins de cada situació, els problemes presenten un context més específic. Això es representa mitjançant un quadrat petit dins del quadrat de la situació.

En els exemples anteriors, *FREQUÈNCIA CARDÍACA* i *VACANCES* la situació seria el món real personal, mentre que els contextos són, per una banda diversos aspectes relacionats amb l'esport i la salut del ciutadà actiu i, per l'altra, la manera d'organitzar unes vacances.

L'element següent del món real que s'ha de tenir en compte en considerar la *competència matemàtica* és el contingut matemàtic al qual una persona recorre a l'hora de resoldre un problema. El contingut matemàtic pot explicar-se mitjançant quatre categories que engloben els tipus de problemes que sorgeixen de la interacció amb els fets del dia a dia i que es basen en una concepció de la manera que el contingut matemàtic es presenta davant la gent. Dins de l'avaluació PISA se'ls anomena subdimensions: *espai i forma, canvi i relacions, quantitat i incertesa*. Es tracta d'un enfocament lleugerament diferent

del que resultaria familiar des de la perspectiva de l'ensenyament de les matemàtiques i les tendències curriculars típiques de les escoles. No obstant, les subdimensions engloben de manera àmplia tota la gamma de temes matemàtics que s'espera que hagin après els estudiants. Les subdimensions es representen mitjançant el quadrat gran de la part superior dreta del diagrama de la figura 1. De les subdimensions s'extreu el contingut utilitzat en la resolució d'un problema. Això es representa mitjançant el rectangle ombrejat situat a l'interior del corresponent a les subdimensions.

Les fletxes que van dels rectangles CONTEXT i CONTINGUT al del PROBLEMA mostren com el món real (incloent-hi les matemàtiques) dona lloc a un problema.

El problema FREQUÈNCIA CARDÍACA comporta una sèrie de relacions matemàtiques, així com la comparació de dues relacions, a fi de prendre determinades decisions. El problema pertany, doncs, a la subdimensió de "canvi i relacions". El problema de les VACANCES requereix la realització d'una sèrie de càlculs senzills, però la segona pregunta requereix un raonament analític. La subdimensió més apropiada seria la de "quantitat".

Els processos matemàtics que els estudiants apliquen en intentar resoldre els problemes es coneixen com *competències matemàtiques*. Tres grups de *competència* condensen els diferents processos cognitius necessaris per resoldre diferents tipus de problemes. Aquests grups, que reflecteixen la manera que els estudiants utilitzen normalment els processos matemàtics en tractar de resoldre els problemes que sorgeixen mentre es relacionen amb el món, s'explicaran amb més detall en els apartats següents.

L'àmbit dels processos d'aquest marc conceptual està representat primerament pel rectangle gran, que representa les competències matemàtiques, i després per un de més petit, que representa els tres grups de competència. Les competències específiques necessàries per resoldre un problema aniran en funció de la naturalesa del problema i es veuran reflectides en la solució trobada. Aquesta interacció es representa mitjançant la fletxa que va dels grups de competència al problema i la seva solució.

L'altra fletxa va dels grups de competència al format del problema. Les competències utilitzades per resoldre un problema estan relacionades amb la forma del problema i amb allò que el problema exigeix.

Cal fer èmfasi en el fet que els tres elements descrits són de naturalesa diferent. Mentre que les situacions o contextos defineixen els àmbits de problemes del món real i les subdimensions reflecteixen la manera com veiem el món a través d'unes *ulleres matemàtiques*, les competències són el nucli de la competència matemàtica. Només quan els estudiants disposin de certes competències seran capaços de resoldre encertadament els problemes que es plantegin. Avaluat la competència matemàtica implica també valorar quin grau de competències matemàtiques són capaços d'aplicar els estudiants en situacions que porten implícit un problema.

En els apartats següents es descriuen aquests tres elements amb més detall.

Situacions o contextos

Un aspecte important de la competència matemàtica constitueix en involucrar-se en les matemàtiques, és a dir, exercitar i utilitzar les matemàtiques en una àmplia varietat de situacions. S'ha reconegut, que a l'hora de tractar assumptes susceptibles de tractament matemàtic, les representacions i els mètodes que s'escullen sovint depenen de les situacions en les quals es presenten els problemes.

La situació és la part del món de l'estudiant en la qual es localitzen els exercicis que se li plantegen. Se situa a una distància diversa de l'estudiant mateix. Dins de l'avaluació PISA, la situació més pròxima és la vida personal de l'estudiant. Després se situen la vida escolar, la vida laboral i l'oci, seguides de la vida en la comunitat local i la societat tal com es presenten en la vida diària. A molta distància de totes elles estan les situacions de tipus científic. En els problemes que s'hauran de resoldre s'utilitzaran quatre tipus de situacions: personal, educacional/professional, pública i científica.

El context d'un exercici ho constitueix la manera concreta en què aquest es presenta dins d'una situació. Engloba tots els elements específics utilitzats en l'enunciat del problema que l'exercici planteja.

Observi's l'exemple següent:

Exemple 3: COMPTE D'ESTALVI

S'ingressen 1.000 zeds en un compte d'estalvi en un banc. Existeixen dues opcions: o bé obtenir un interès anual del 4%, o bé obtenir una prima immediata de 10 zeds i un interès anual del 3%.

Pregunta 1: COMPTE D'ESTALVI

Quina opció és la millor al cap d'un any? I al cap de dos anys?

La situació d'aquesta pregunta és "finances i bancs", una situació de la comunitat local i de la societat que PISA classifica com a "pública". El context d'aquesta pregunta es refereix al diners (zeds) i als tipus d'interès que ofereix un compte bancari.

Observi's que aquest tipus de problema podria ser part de la pràctica o de l'experiència del jove en la seva vida real. Proporciona un context autèntic

d'utilització de les matemàtiques, ja que la seva aplicació en aquest context es dirigiria de manera directa a la resolució del problema. Això es pot contrastar amb els problemes que s'observen amb freqüència als textos escolars de matemàtiques, en els que l'objectiu principal consisteix més a practicar les matemàtiques que a resoldre un problema real. Aquesta autenticitat en la utilització de les matemàtiques resulta un aspecte rellevant del disseny i l'anàlisi de les preguntes de PISA i està estretament relacionada amb la definició de la competència matemàtica.

Advertim que amb l'ús d'aquest terme "autèntic" no es pretén indicar que les preguntes de matemàtiques siguin d'alguna manera genuïnes o reals. Les matemàtiques de PISA utilitzen el terme "autèntic" per indicar que l'ús de les matemàtiques està enfocat a resoldre el problema del moment, per evitar que el problema es converteixi en un vehicle amb l'objectiu només de practicar matemàtiques.

Cal tenir present que alguns elements del problema són inventats, per exemple, la moneda és fictícia. Aquest element fictici s'introdueix per evitar que els estudiants d'algun país estiguin en una posició avantatjada, cosa que no seria just per als altres.

La situació i el context d'un problema també pot considerar-se en termes de la distància entre el problema i les matemàtiques implicades. Si un exercici fa referència únicament a estructures, símbols i objectes matemàtics i no al·ludeix a qüestions alienes a l'univers matemàtic, el context de l'exercici es considera *intramatemàtic* i l'esmentat exercici es classifica dins de la classe de situació "científica". PISA inclou una varietat limitada d'aquest tipus d'exercicis i on es fa explícit l'estret vincle entre el problema i les matemàtiques que hi són implícites. De manera més típica, els problemes que apareixen en l'experiència del dia a dia de l'estudiant no es plantegen en termes matemàtics explícits, sinó que fan referència a objectes del món real. Els continguts d'aquests exercicis es denominen *extramatemàtics* i, llavors, l'estudiant ha de traduir aquests contextos dels problemes a una formulació matemàtica. De manera general, PISA posa èmfasi en les tasques que poden trobar-se en una situació real i que posseeixen un context autèntic per a l'ús de les matemàtiques d'una manera que influeixi en la solució i en la seva interpretació. Cal tenir present que això no descarta la utilització d'exercicis amb un context hipotètic, sempre que el context presenti alguns elements reals, no es trobi massa allunyat d'una situació del món real i en el qual la utilització de les matemàtiques pugui resultar autèntica per resoldre el problema. L'exemple 4 mostra un problema amb un context hipotètic que és "extramatemàtic":

Exemple 4: SISTEMA MONETARI

Pregunta 1: SISTEMA MONETARI

Es podria crear un sistema monetari basat únicament en els valors 3 i 5? Concretament, quines quantitats podrien obtenir-se a partir d'aquesta base? Resultaria convenient un sistema d'aquest tipus?

El valor d'aquest problema no es deriva principalment de la seva proximitat respecte del món real, sinó del fet que és matemàticament interessant i requereix competències relacionades amb la competència matemàtica. L'ús de les matemàtiques per explicar escenaris hipotètics i explorar sistemes o situacions potencials, fins i tot quan aquests difícilment vagin a dur-se a terme en la realitat, és una de les seves característiques més impactants. Un problema d'aquest tipus es classifica dins del tipus de situació "científica".

En resum, PISA atorga la major importància a aquelles tasques que podrien trobar-se en diferents situacions reals i que posseeixen un context en el qual l'ús de les matemàtiques per resoldre el problema seria autèntic. Els problemes amb contextos extramatemàtics que influeixen en la resolució i en la interpretació es consideren preferentment com un vehicle per avaluar la competència matemàtica, perquè aquests problemes s'assemblen majoritàriament als que es presenten en la vida diària.

El contingut matemàtic: Les quatre subdimensions

Avui en dia són moltes les persones que veuen les matemàtiques com una ciència de les regularitats en un sentit general. Les subdimensions escollides en aquest marc d'avaluació reflecteixen aquest punt de vista: les regularitats en els àmbits de l'*espai* i la *forma*, el *canvi* i les *relacions* i la *quantitat* serien conceptes essencials de qualsevol descripció de les matemàtiques i formarien part del nucli de qualsevol currículum en tots els nivells educatius. Però ser competent en matemàtiques significa alguna cosa més. Cal abordar el camp de la incertesa des d'una perspectiva matemàtica i científica. D'aquesta manera, els elements integrants de la teoria de la probabilitat i l'estadística donen lloc a la quarta subdimensió: la *incertesa*.

Les subdimensions següents són utilitzades per PISA 2006 per adaptar-se als requisits de reflectir el desenvolupament històric, la cobertura de l'àmbit i la plasmació de les línies principals dels currículum escolars:

- *espai i forma*
- *canvi i relacions*
- *quantitat*
- *incertesa*

A través d'aquestes idees, el contingut matemàtic s'organitza en un nombre suficient d'àmbits per garantir que les preguntes de la prova cobreixen el conjunt del currículum. Però, alhora, en un nombre prou petit per evitar una

divisió massa detallada que resultés perjudicial al propòsit de centrar l'estudi en problemes basats en situacions reals.

La concepció bàsica d'una subdimensió matemàtica és un conjunt que engloba fets i conceptes i que cobra sentit i pot trobar-se al llarg d'un gran nombre de situacions diferents. A causa de la seva mateixa naturalesa, cada subdimensió pot percebre's com una espècie de noció general que tracta algun tipus de dimensió de contingut matemàtic. Això implica que les subdimensions no poden definir-se de manera exacta en funció d'una altra ja existent, perquè no es pot traçar una línia de separació clara entre unes i altres. Per contra, cadascuna d'elles representa una perspectiva o punt de vista que pot concebre's com posseïdora d'un nucli, un centre de gravetat i, d'alguna manera, una àmbit circumdant difusa que permet la intersecció amb altres subdimensions. En principi, una subdimensió posseeix una intersecció amb qualsevol altra subdimensió. Les quatre subdimensions es resumeixen tot seguit.

Espai i forma

Podem trobar patrons d'espai i forma a tot arreu: en la parla, la música, els vídeos, el trànsit, les construccions i l'art. Les formes poden considerar-se com patrons: cases, edificis d'oficines, ponts, estrelles de mar, flocs de neu, plànols urbans, fulles de trèvol, vidres i ombres. Els patrons geomètrics poden servir com uns models relativament simples de moltes classes de fets, i el seu estudi resulta possible i desitjable a tots els nivells educatius (Grünbaum, 1985).

També és important comprendre les propietats dels objectes i les seves posicions relatives. Els estudiants han de ser conscients de com veiem les coses i per què les veiem d'una determinada manera, al mateix temps que aprenen a navegar per l'espai i a través de les estructures i les formes. Per això s'ha de comprendre la relació que hi ha entre les formes i les imatges o representacions visuals, per exemple, la relació que hi ha entre una ciutat real i les fotografies o els mapes d'aquesta mateixa ciutat. Implica, també, comprendre com es poden representar en dues dimensions els objectes tridimensionals, la manera com es formen i com s'han d'interpretar les ombres i què és la perspectiva i com funciona.

La forma és un àmbit matemàtic que posseeix un vincle molt estret amb la geometria tradicional, però que va molt més enllà en el seu contingut, significat i mètodes. Interaccionar amb les formes reals implica comprendre el món visual que ens envolta, ser capaç de descriure'l i saber codificar i descodificar informació visual. Així mateix, comporta la interpretació d'aquesta informació visual. Per captar el concepte de forma, l'alumnat ha de descobrir la manera com els objectes s'assemblen o es diferencien, analitzar els diferents components d'un objecte i reconèixer formes que es presenten en diferents dimensions i representacions.

És important no restringir el concepte de forma al d'unes entitats estàtiques. La forma, com a entitat, pot transformar-se, de la mateixa manera

que les formes es modifiquen. De vegades, aquest tipus de canvis es poden visualitzar amb gran elegància amb les tecnologies informàtiques. L'alumnat ha de ser capaç d'identificar pautes i regularitats en el canvi de les formes. Un exemple de tot això el tenim en la figura 2 de més avall.

L'estudi de la forma i les estructures exigeix buscar similituds i diferències en analitzar els components formals i en reconèixer les formes en diferents representacions i diferents dimensions. L'estudi de les formes està estretament vinculat al concepte de *percepció espacial* (Freudenthal, 1973).

Els exemples que requereixen aquest tipus de pensament són molt abundants. Identificar i relacionar una fotografia d'una ciutat amb un plànol d'aquesta mateixa ciutat i indicar des de quin punt va ser presa la fotografia; la capacitat de dibuixar un plànol; comprendre per què un edifici proper es veu més gran que un edifici que es troba més lluny; comprendre per què les vies del ferrocarril semblen ajuntar-se a l'horitzó: totes aquestes qüestions són importants per als estudiants dins de l'àmbit d'aquesta subdimensió.

Atès que l'alumnat viu en un entorn tridimensional, hauria d'estar familiaritzat amb la visió dels objectes des de tres perspectives ortogonals (per exemple, des del davant, des del costat i des de dalt). També hauria de ser conscient de l'abast i les limitacions dels diferents tipus de representació de les formes tridimensionals, tal i com es pot veure en l'exemple de la figura 2. No només ha de comprendre la posició relativa dels objectes, sinó que ha de ser capaç de moure's a través de l'espai i a través de les construccions i les formes. Un exemple consistiria en llegir i interpretar un mapa i elaborar les instruccions per desplaçar-se des d'un punt A a un punt B mitjançant unes coordenades, el llenguatge comú o un dibuix.

La comprensió conceptual de les formes inclou també la capacitat de prendre un objecte tridimensional i passar-lo a un pla bidimensional i a l'inrevés, encara que l'esmentat dibuix tridimensional es presenti en dues dimensions. La figura 3 n'és un exemple.

En resum, la llista següent recull els principals aspectes de la subdimensió d'*espai i forma*:

- Reconèixer formes i patrons.
- Descriure, codificar i descodificar informació visual.
- Comprendre els canvis dinàmics de les formes.
- Similituds i diferències.
- Posicions relatives.
- Representacions bidimensionals i tridimensionals i relacions entre ambdues.
- Orientació a l'espai.

Exemples d'espai i forma

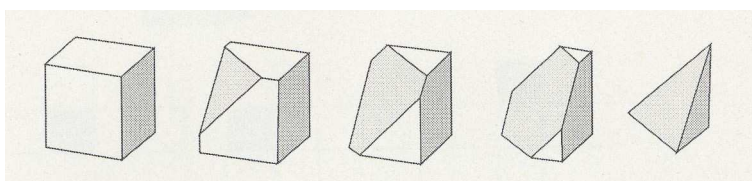
La figura 2 proporciona un exemple senzill de la importància que té la flexibilitat a l'hora de veure formes en procés de canvi. Es basa en un cub que

es va seccionant (és a dir, que se li fan una sèrie de talls plans). En relació amb aquesta figura es poden fer diverses preguntes, com per exemple:

Figura 2. Un cub amb talls plans en diversos llocs

Quines formes poden crear-se mitjançant un tall pla en un cub?

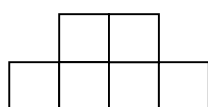
Quantes cares, vores o vèrtexs es crearan quan se seccioni un cub d'aquesta manera?



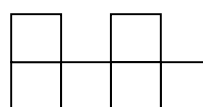
A continuació es presenten tres exemples que posen de manifest la necessitat d'estar familiaritzats amb representacions de formes tridimensionals. En el primer exemple, la figura 3 proporciona les vistes lateral i frontal d'un objecte elaborat amb cubs. La pregunta és:

Quants cubs s'han utilitzat per crear aquest objecte?

Figura 3. Vista lateral i frontal d'un objecte elaborat amb cubs



Vista frontal



Vista lateral

Pot resultar una sorpresa per a molts (tant per a l'alumnat com per al professorat) que el nombre màxim de cubs sigui 20 i el mínim sigui 6 (de Lange, 1995).

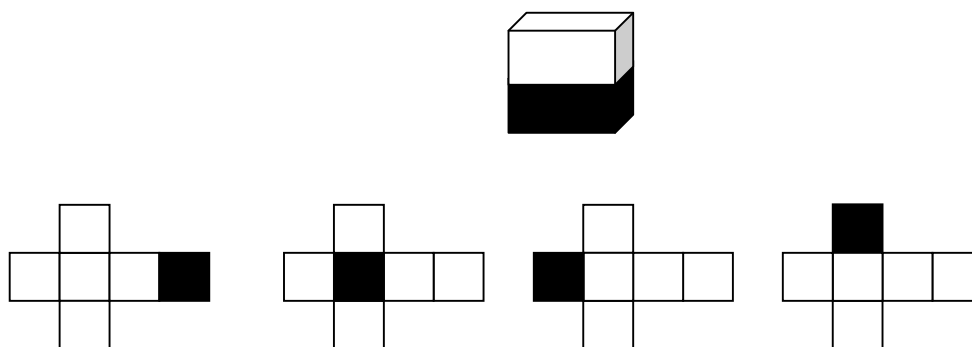
L'exemple següent mostra una representació bidimensional d'un graner i un desenvolupament incomplet del graner. El problema consisteix a completar el pla del graner.

Figura 4. **Representació bidimensional d'un graner tridimensional i el seu desenvolupament (incomplet)**



Un últim exemple semblant a l'anterior és el de la figura 5 (adaptada de Hershkovitz et al., 1996).

Figura 5. **Cub de base negra**



La meitat inferior del cub s'ha pintat de negre. Cadascun dels quatre desenvolupaments ja té la base negra. Es pot demanar a l'alumnat que acabi cada desenvolupament ombrejant els quadrats pertinents.

Canvi i relacions

Qualsevol fenomen natural constitueix una manifestació de canvi; el món que ens envolta presenta una gran quantitat de relacions temporals i permanents entre els diferents fenòmens. Són exemple d'això els organismes, que canvien a mesura que creixen, el cycle de les estacions, el flux i reflux de les mareas, els cycles de desocupació, els canvis climatològics i els índexs borsaris. Alguns d'aquests processos de canvi comporten funcions matemàtiques simples i poden ser descrites o modelades segons funcions matemàtiques simples: lineals, exponencials, periòdiques o logarítmiques, tant discretes com contínues. No obstant això, moltes relacions pertanyen a categories diferents i, sovint, l'anàlisi de les dades resulta essencial per determinar quin tipus de relació es produeix. Sovint les relacions matemàtiques adopten la forma d'equacions o desigualtats, però també poden donar-se relacions d'una naturalesa més general (p. ex., equivalència, divisibilitat o inclusió, entre d'altres).

Segons Stewart (1990), la sensibilització als patrons del canvi requereix:

- Representar els canvis d'una manera comprensible.
- Comprendre els tipus de canvi fonamentals.
- Reconèixer els diferents tipus de canvi quan es produeixen.
- Aplicar aquestes tècniques al món exterior.
- Controlar un univers canviant per al nostre benefici.

El canvi i les relacions poden representar-se visualment de diferents maneres: numèricament (en una taula, per exemple), simbòlicament o gràficament. Passar d'una a una altra d'aquestes representacions té una importància clau, així com reconèixer i comprendre les relacions i els tipus de canvi fonamentals.

L'alumnat ha de ser conscient dels conceptes de creixement lineal (procés additiu), creixement exponencial (procés multiplicador) i creixement periòdic així com del creixement logístic, almenys de manera informal com un cas especial de creixement exponencial.

Els estudiants han de poder també reconèixer les relacions entre aquests models: les diferències clau entre els processos lineals i exponencials, el fet que el creixement percentual és idèntic al creixement exponencial, com i per què es produeix el creixement logístic tant en situacions contínues com discontinües.

Els canvis es produeixen en un sistema d'objectes o fenòmens interrelacionats en què els elements s'influeixen dintre seu. En els exemples que s'esmenten en el resum, tots els fenòmens van canviar al llarg del temps. Però hi ha molts exemples en la vida real d'assumptes en els quals els objectes estan interrelacionats dintre seu de nombroses maneres. Per exemple:

Si es divideix en dues la longitud de la corda d'una guitarra, el to nou que s'aconsegueix és una octava més gran que el to original. Per tant, el to depèn de la longitud de la corda.

Quan fem un ingrés de diners en un compte bancari sabem que el saldo dependrà de la magnitud, la freqüència i el nombre d'ingressos i extraccions de diners i dels tipus d'interès.

El concepte de relació condueix a la noció de dependència. La dependència té a veure amb el fet que les propietats i els canvis d'alguns objectes matemàtics depenen de, o influeixen en, les propietats i els canvis d'altres objectes matemàtics. Sovint, les relacions matemàtiques prenen la forma d'equacions o desigualtats, però també poden aparèixer relacions de naturalesa més general.

La subdimensió de *canvi i relacions* fa ús del raonament funcional. Per a l'alumnat de 15 anys això comporta tenir una noció de taxa de canvi, de pendent i grau de verticalitat (encara que no necessàriament de manera formal) i de la dependència de les variables dintre seu. Han de poder realitzar judicis sobre la velocitat a la qual es produeixen els processos, i també en termes relatius.

Aquesta subdimensió està estretament relacionada amb aspectes d'altres subdimensions. Un estudi de les regularitats en l'àmbit dels números pot conduir al descobriment de relacions sorprenents: per exemple, l'estudi de la successió de Fibonacci o del número auri. El número auri és un concepte que també desenvolupa un important paper en geometria. En l'àmbit *d'espai i forma* poden trobar-se molts altres exemples de *canvi i relacions*: per exemple, el creixement d'una àrea en relació amb el creixement del perímetre o del diàmetre. La geometria euclidiana també es presta a l'estudi de les relacions. Un exemple conegut és la relació entre els tres costats d'un triangle. Si es coneix la longitud de dos costats, el tercer no està determinat, però es coneix l'interval en el qual es troba: els extrems de l'interval són el valor absolut de la diferència entre els altres dos costats i de la seva suma, respectivament. Entre els diversos elements del triangle es donen moltes altres relacions similars.

L'àmbit de la *incertesa* es presta a diversos problemes que poden observar-se des de la perspectiva de la subdimensió de *canvi i relacions*. Si es llancen dos daus i un treu quatre, quina és la possibilitat que la suma dels dos sigui més de set? La resposta (50%) es fonamenta en la dependència de la probabilitat en joc sobre el grup de resultats favorables. La probabilitat que es requereix és la proporció del conjunt d'aquests resultats comparats amb el conjunt de resultats possibles per la qual cosa es tracta d'una dependència funcional.

Exemples de canvi i relacions

Exemple 5: EXCURSIÓ ESCOLAR

Un centre escolar vol llogar un autocar per anar d'excursió i es posen en contacte amb tres empreses per a informar-se sobre els preus.

L'empresa A cobra un preu inicial de 375 zeds i 0,5 zeds per quilòmetre recorregut. L'empresa B cobra un preu inicial de 250 zeds i 0,75 zeds per quilòmetre recorregut. L'empresa C cobra un preu fix de 350 zeds fins a 200 quilòmetres i 1,02 zeds per quilòmetre posterior a aquests 200 km.

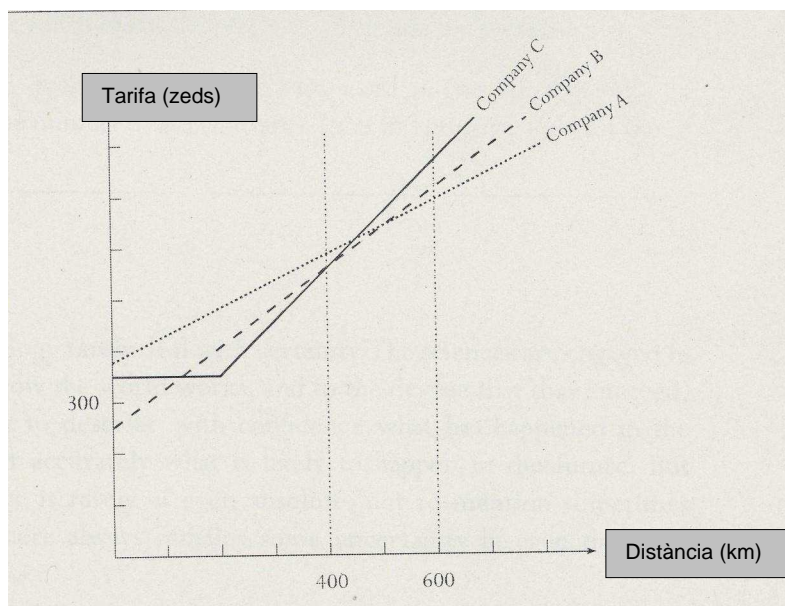
Quina empresa haurà d'eleger el centre si per anar d'excursió han de recórrer una distància total d'entre 400 i 600 km?

Encara que aquest context té elements ficticis, aquest problema podria presentar-se. Per a resoldre-ho cal formular i aplicar diverses relacions funcionals així com equacions i inequacions. També pot resoldre's a través de

mitjans gràfics o algebraics o d'una combinació de tots dos. La qüestió que la distància total de l'excursió no està indicada amb exactitud també introdueix associacions amb la subdimensió *d'incertesa*.

En la figura 6 es mostra una representació gràfica del problema.

Figura 6. **Tarifes de tres empreses d'autocars per a l'excursió**



Exemple 6: CREIXEMENT CEL·LULAR

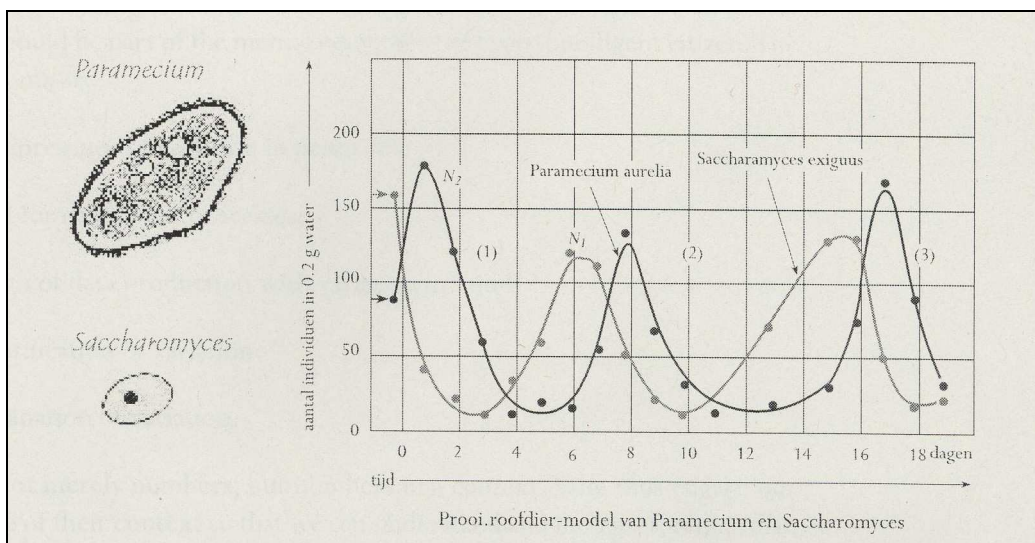
Uns metges estan controlant la proliferació de cèl·lules. S'interessen especialment pel dia que el recompte aconseguixi 60.000, perquè és llavors quan han de començar un experiment. La taula de resultats és la següent:

Temps (dies)	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Cèl·lules	597	893	1.339	1.995	2.976	2.976	14.719	21.956	32.763

Quan arribarà a 60.000 el nombre de cèl·lules?

Exemple 7: PRESA I DEPREDADOR

El gràfic següent mostra el creixement de dos organismes vius: el paramecium i el saccharomyces:



Un dels dos organismes (el depredador) es menja a l'altre (la presa). A partir del gràfic, pots identificar qui és la presa i qui el depredador?

Una característica del fenomen presa-depredador es defineix així: la taxa de creixement és proporcional a la quantitat de presa disponible.

És aplicable aquesta propietat al gràfic anterior?

Quantitat

Entre els aspectes més importants de la *quantitat* s'inclouen la comprensió de la mesura relativa, el reconeixement de les regularitats numèriques i la utilització dels nombres per representar quantitats i atributs quantificables dels objectes del món real (recomptes i mesures). A més, la *quantitat* té a veure amb el processament i comprensió dels nombres que se'ns presenten de diferents maneres.

Un aspecte important a tractar amb la *quantitat* és el raonament quantitatiu. Els components essencials del raonament quantitatiu són el sentit numèric, la representació dels nombres de diferents maneres, la comprensió del significat de les operacions, la percepció de les magnituds numèriques, els càlculs matemàticament elegants, l'aritmètica, l'estimació i el càlcul mental.

Un aspecte important a l'hora de tractar amb quantitats és el raonament quantitatiu, que comporta:

- Sentit numèric.
- Comprensió del significat de les operacions.
- Sensibilitat cap a les magnituds numèriques.
- Càlculs elegants.
- Càlcul mental.

- Estimacions.

El "significat de les operacions" inclou la capacitat de realitzar operacions que impliquen comparacions, proporcions i percentatges. El sentit numèric s'ocupa de la mida relativa, de les diferents representacions dels números, de les formes numèriques equivalents i del fet de poder utilitzar la comprensió de tot això per descriure les característiques del món.

El concepte de *quantitat* inclou també tenir un sentit per a les quantitats i les estimacions. Per a poder avaluar com són de raonables els resultats numèrics es necessita un coneixement ampli de les quantitats (o mesures) del món real. La velocitat mitjana d'un cotxe és de 5, de 50 o de 500 km/h? La població del món és de 6 milions, 600 milions, 6.000 milions o 60.000 milions? Quina altura té una torre? Quina amplada té un riu? La capacitat per estimar ràpidament l'ordre de magnitud és d'especial importància, especialment en vista de la creixent utilització de les eines de càlcul electròniques. Cal ser capaç d'estimar que 33×613 donarà un resultat pròxim a 20.000. Per aconseguir aquesta habilitat no es necessita una exercitació intensiva en l'execució mental dels algorismes que tradicionalment es calculen per escrit, sinó una aplicació flexible i ràpida de la comprensió del valor posicional i de l'aritmètica d'una sola xifra (Fey, 1990).

Utilitzant el sentit numèric d'una manera apropiada els estudiants poden resoldre problemes que exigeixin un raonament directe, invers i proporcional. També poden estimar índexs de variació, oferir criteris per seleccionar les dades pertinents o el nivell de precisió necessari per a les operacions i models que utilitzen. Poden examinar algorismes alternatius i mostrar per què funcionen correctament o en quins casos no ho faran. Poden desenvolupar models que comportin operacions i relacions entre operacions per a aquells problemes que utilitzen dades del món real, així com establir relacions numèriques que exigeixen operacions i comparacions (Dossey, 1997).

En la subdimensió de *quantitat* hi ha un lloc per al raonament quantitatiu «elegant», com el de Gauss que apareix en l'exemple següent. La creativitat associada a la comprensió conceptual ha de ser objecte de valoració en el nivell educatiu de l'alumnat de 15 anys.

Exemple 8: GAUSS

El professor de Karl Friedrich Gauss (1777-1855) va demanar als seus alumnes que sumessin tots els números del 1 al 100. Probablement el que pretenia amb això era tenir l'alumnat ocupat durant una estona. Però Gauss, que posseïa un raonament quantitatiu excel·lent, va descobrir una drecera. El seu raonament va ser el següent:

S'escriu la suma dues vegades, una en ordre ascendent i una altra en ordre descendent, de la següent manera:

$$1 + 2 + 3 + \dots + 98 + 99 + 100$$

$$100 + 99 + 98 + \dots + 3 + 2 + 1$$

Ara se sumen les dues sumes, columna per columna, el que dóna:

$$101 + 101 + \dots + 101 + 101$$

Com que hi ha exactament 100 còpies del número 101 en aquesta suma, el seu valor és:

$$100 \times 101 = 10.100$$

Atès que aquest producte és igual al doble de la summa original, si es divideix per dos s'obté la solució: 5.050.

Exemple 9: NOMBRES TRIANGULARS

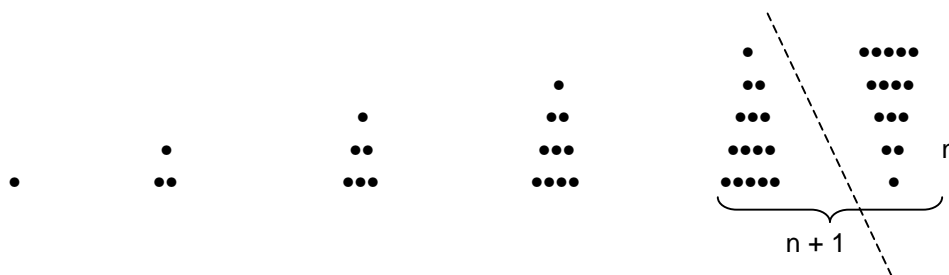
Podem ampliar una mica més aquest exemple de pensament quantitatiu que implica regularitats numèriques per mostrar un vincle amb una representació gràfica d'aquesta regularitat en mostrar la fórmula que presenta el plantejament general del problema de Gauss:

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = n(n + 1)/2$$

Aquesta fórmula descriu també un model geomètric conegut: els nombres que responen a la fórmula $n(n+1)/2$ es denominen nombres triangulars, ja que són exactament els nombres que s'obtenen en col·locar boles en un triangle equilàter.

Els cinc primers nombres triangulars, 1, 3, 6, 10, 15, es mostren en la figura 7:

Figura 7. Els cinc primers nombres triangulars



Raonament proporcional

Seria interessant observar com els estudiants dels diferents països resolen problemes que es presten a la utilització d'estratègies diverses. Les diferències serien d'esperar especialment a l'àmbit del raonament proporcional. En alguns països és probable que s'utilitzi només una estratègia per pregunta,

mentre que en altres s'utilitzarà més d'una estratègia. També apareixeran similituds de raonament al resoldre problemes que no semblen similars. Això concorda amb els resultats de la investigació recent de les dades TIMSS (Mitchell, J. *et al.*, 2000). Les tres preguntes següents exemplifiquen les diferents estratègies que es poden adoptar i les relacions que hi ha entre elles:

1. *Imagina que aquesta nit vols organitzar una festa. Vols comprar 100 llaunes de refrescos. Quants paquets de sis llaunes hauràs de comprar?*

2. *Una ala delta amb un índex de descens en planatge d'1 m per cada 22 m recorreguts comença el vol des d'un precipici escarpat de 120 metres. El pilot vol arribar fins a un punt que es troba a 1.400 metres de distància. Aconseguirà arribar a aquest lloc (en absència de vent)?*

3. *Un centre escolar vol llogar mini-busos (amb seients per a vuit persones) per portar a 98 alumnes estudiants a un campament escolar. Quants mini-busos necessita?*

El primer problema pot considerar-se un problema de divisió $100 / 6 = _$) que a continuació presenta a l'estudiant el problema d'interpretar de nou el context (quin és el significat de la resta de la divisió?).

El segon problema pot resoldre's mitjançant un raonament proporcional (per cada metre d'altura es pot volar una distància de 22 metres, així que, partint de 120 metres...).

El tercer problema pot resoldre's també mitjançant una divisió. No obstant això, els tres problemes poden resoldre's també mitjançant el mètode de la taula de proporcions:

Llaunes	1	10	5	15	2	17
	6	60	30	90	12	102

Volar	1	100	20	120
	22	2200	440	2640

Vehicles	1	10	2	13
	8	80	16	104

Trobar aquesta similitud constitueix una habilitat pròpia de la competència matemàtica: els estudiants amb competència matemàtica no necessiten cercar l'eina apropiada o l'algoritme adequat, sinó que disposen d'una àmplia gamma d'estratègies per escollir.

Percentatges

En Carles va anar a una botiga a comprar una jaqueta que valia 50 zeds i que ara està d'oferta amb un 20% de descompte. A Zedlàndia hi ha un impost sobre les vendes del 5%. El venedor va afegir primer el 5% de l'impost al preu de la jaqueta i després va restar el 20%. En Carles es va queixar: volia que el venedor deduís primer el 20% i que afegís després el 5% d'impost.

Suposa això alguna diferència?

Els problemes que presenten aquest tipus de raonament quantitatiu i que necessiten realitzar càlculs mentals es presenten amb molta freqüència quan anem de compres. La capacitat per afrontar eficaçment aquests problemes és fonamental per a la competència matemàtica.

Incertesa

La ciència i la tecnologia rarament tracten de les certeses. En realitat, el coneixement científic gairebé mai no és absolut, fins i tot de vegades pot estar equivocacat, de manera que sempre hi ha incertesa fins i tot en les prediccions més científiques. La incertesa també és present en la vida diària: resultats incerts d'unes eleccions, ponts que s'ensorren, caigudes de la borsa, prediccions del temps poc fidedignes, prediccions desafortunades del creixement de la població o models econòmics que no quadren.

La subdimensió d'incertesa fa referència a dos temes relacionats: les dades i l'atzar. Aquests dos fenòmens són objecte d'estudi matemàtic per part de l'estadística i de la probabilitat, respectivament. Des de fa relativament poc, les recomanacions relatives als currículums escolars són unànimes en suggerir que l'estadística i la probabilitat haurien d'ocupar un lloc molt més important que el que han tingut en el passat (Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools, 1982; LOGSE, 1990; MSEB, 1990; NCTM, 1989; NCTM, 2000). Els conceptes i les operacions matemàtiques importants d'aquest àmbit són la recollida de dades, l'anàlisi i la presentació/visualització de dades, el càlcul de probabilitats i la inferència.

Les recomanacions sobre el lloc que han d'ocupar les dades, l'estadística i la probabilitat en el currículum escolar posen èmfasi en l'anàlisi de les dades. Com a resultat d'això resulta fàcil veure l'estadística, en particular, com un conjunt d'habilitats específiques. David S. Moore ha mostrat de què tracta realment la idea d'*incertesa*. La definició de PISA s'ajusta a les seves idees, aparegudes en *On the Shoulders of Giants* (Steen, 1990), i a les idees de F. James Rutherford aparegudes en *Why Numbers Count* (Steen, 1997).

L'estadística aporta a la formació matemàtica alguna cosa important i única: el raonament a partir de dades empíriques incertes. Aquest tipus de pensament estadístic hauria de ser part de l'equipament mental de tot ciutadà intel·ligent. Els elements centrals són:

- L'omnipresència de la variació en els processos.

- La necessitat de comptar amb dades sobre els processos.
- El disseny de l'elaboració de dades tenint en compte la variació.
- La quantificació de la variació.
- L'explicació de la variació.

Les dades no són xifres únicament, sinó xifres en un context. Les dades s'obtenen mitjançant la medició i es representen amb una xifra. Pensar en les medicions condueix a una percepció madura de per què uns nombres són informatius i uns altres irrellevants o sense sentit.

El disseny dels estudis de mostreig constitueix un aspecte central de l'estadística. L'anàlisi de les dades se centra en la comprensió de les dades específiques disponibles assumint que aquestes representen una població més àmplia. El concepte de mostres aleatòries simples és essencial perquè l'alumnat de 15 anys entengui les qüestions relacionades amb la incertesa.

Els fenòmens tenen resultats particulars incerts i, sovint, la pauta dels resultats repetits és aleatòria. El concepte de probabilitat del present estudi PISA es basa generalment en situacions relatives a objectes relacionats amb l'atzar, com monedes, daus o baldufes, o en situacions no gaire complexes del món real que puguin analitzar-se de manera intuïtiva o que puguin modelar-se fàcilment amb aquests objectes.

La subdimensió d'incertesa apareix també si recorrem a d'altres fonts, com ara la variació natural de l'estatura dels estudiants, la lectura de puntuacions, els ingressos d'un grup de persones, etc. Un pas molt important, fins i tot per als joves de 15 anys, és passar a considerar l'estudi de les dades i de l'atzar com un tot coherent. Un d'aquests principis seria l'avenç d'idees que van des de la simple anàlisi de dades fins a la producció de dades, per arribar finalment a la probabilitat i la inferència.

Les operacions i conceptes matemàtics que són més importants en aquest àmbit són els següents:

- La producció de dades.
- L'anàlisi de dades i la seva presentació/visualització.
- La probabilitat.
- La inferència.

Els exemples següents il·lustren la subdimensió d'incertesa.

Exemple 10: MITJANA D'EDAT

Si el 40% de la població d'un país té almenys 60 anys, és possible que la mitjana d'edat sigui de 30 anys?

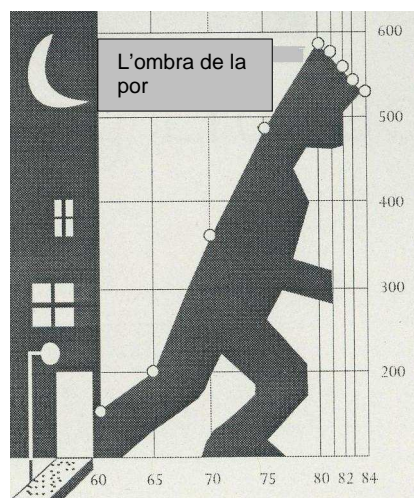
Exemple 11: CREIXEMENT D'INGRESSOS?**PREGUNTA 1: CREIXEMENT D'INGRESSOS**

Han pujat o baixat els ingressos dels habitants de Zedlàndia en les últimes dècades? La mitjana d'ingressos per llar ha descendit: el 1970 va ser 34.200 zeds, el 1980 va ser de 30.500 zeds i el 1990, de 31.200 zeds. No obstant, els ingressos per persona van augmentar: el 1970 van ser de 13.500 zeds, el 1980 van ser de 13.850 zeds i el 1990, de 15.777 zeds.

Una llar consisteix a totes les persones que viuen juntes en un mateix habitatge. Explica com és possible que els ingressos per llar descendeixin i que, al mateix temps, els ingressos per persona hagin crescut a Zedlàndia.

Exemple 12: AUGMENT DE LA CRIMINALITAT

El gràfic següent s'ha extret de la revista setmanal de Zedlàndia *Les Notícies*



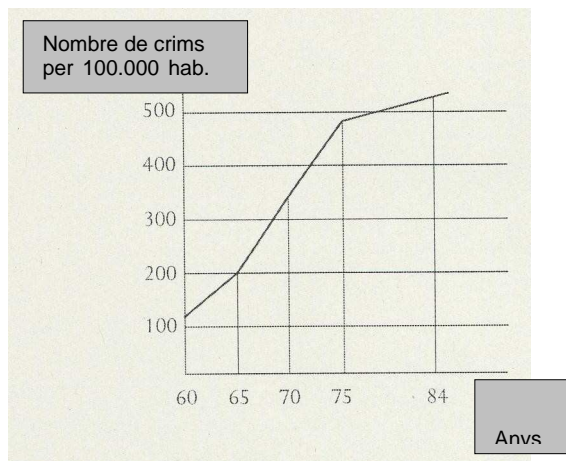
Taxa de crims violents per cada 100.000 habitants

Mostra el nombre de delictes registrats per cada 100.000 habitants començant per intervals de cinc anys i canviant després a intervals d'un any.

PREGUNTA 1: AUGMENT DE LA CRIMINALITAT

Quants delictes registrats per cada 100.000 habitants hi va haver el 1960?

Els fabricants de sistemes de seguretat van utilitzar aquestes mateixes dades per elaborar el gràfic següent:



Els crims es tripliquen!!!
ATUREM-NE l'augment!

COMPREU SISTEMES D'ALARMA

PREGUNTA 2: AUGMENT DE LA CRIMINALITAT

Com van arribar els dissenyadors a elaborar aquest gràfic i per què?

A la policia no li va agradar el gràfic dels fabricants de sistemes de seguretat perquè volia demostrar l'èxit que havia tingut en la seva lluita contra la delinqüència.

Dissenya un gràfic que pugui usar la policia per demostrar que la delinqüència s'ha reduït en els últims temps.

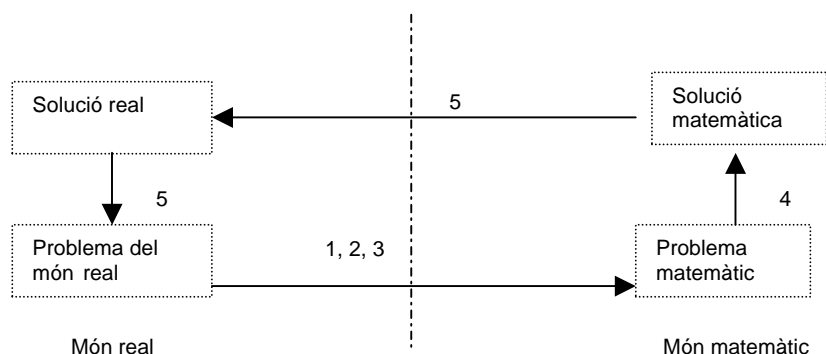
Processos matemàtics

La matematització

L'avaluació PISA estudia la capacitat dels estudiants per analitzar, raonar i transmetre idees matemàtiques d'una manera efectiva en plantejar, resoldre i interpretar problemes matemàtics en diferents situacions. Aquest tipus de resolució de problemes exigeix als estudiants que es valguin de les habilitats i competències que han adquirit al llarg de la seva escolarització i experiències vitals. En l'avaluació PISA, el procés fonamental que els estudiants utilitzen per resoldre problemes de la vida real es denomina *matematització*.

PISA descriu les matemàtiques en cinc passos, com es pot veure a la figura 8:

Figura 8. El cicle de la matematització



- (1) S'inicia amb un problema emmarcat en la realitat.
- (2) S'organitza d'acord amb conceptes matemàtics i s'identifiquen les matemàtiques que hi són aplicables.
- (3) Gradualment es redueix la realitat mitjançant procediments com la formulació d'hipòtesi, la generalització i la formalització. Això potencia els trets matemàtics de la situació i transforma el problema real en un problema matemàtic que la representa fidelment.
- (4) Es resol el problema matemàtic.
- (5) Es dóna sentit a la solució matemàtica en termes de la situació real, mentre també s'identifiquen les limitacions de la solució.

La matematització, en primer lloc, implica traduir el problema de la «realitat» a les matemàtiques. Aquest procés engloba diverses operacions, com ara :

- Identificar els elements matemàtics pertinents en relació amb un problema situat en la realitat.
- Representar el problema d'una manera diferent, organitzant-lo d'acord amb conceptes matemàtics i realitzant suposicions apropiades.
- Comprendre les relacions que hi ha entre el llenguatge utilitzat per descriure el problema i el llenguatge simbòlic i formal necessari per a entendre'l matemàticament.
- Localitzar regularitats, relacions i recurrències.
- Reconèixer els aspectes que són isomòrfics amb relació a d'altres problemes coneguts.
- Traduir el problema a termes matemàtics, és a dir, a termes d'un model matemàtic (de Lange, 1987).

Quan l'alumne/a ha traduït el problema a una forma matemàtica, el procediment continua ja dins de les matemàtiques. Els estudiants formularan

preguntes com: «¿Hi ha...?», «En aquest cas, quants?» o «Com puc trobar...» utilitzant habilitats i conceptes matemàtics coneguts. Intentaran treballar en el seu model de problema, adaptar-lo, establir regularitats, identificar connexions i crear una bona argumentació matemàtica. A aquesta part del procés de matematització se la coneix normalment com la part deductiva del cicle de construcció de models (Blum, 1996; Schupp, 1988). No obstant això, en aquest estadi poden tenir un paper important altres processos que no siguin estrictament deductius. Aquesta part del procés de matematització inclou:

- Utilitzar diferents representacions i anar intercanviant-los.
- Utilitzar operacions i un llenguatge simbòlic, formal i tècnic.
- Polir i ajustar els models matemàtics mitjançant un procés de combinació i integració de models.
- Argumentar.
- Generalitzar.

L'últim o els últims passos a l'hora de resoldre el problema comporten una reflexió sobre tot el procés matemàtic i els resultats obtinguts. En aquest punt, els estudiants han d'interpretar els resultats amb una actitud crítica i validar tot el procés. Aquesta reflexió té lloc en totes les fases del procés, però resulta d'especial importància en la fase final. Aquest procés de reflexió i validació inclou:

- La comprensió de l'abast i els límits dels conceptes matemàtics
- La reflexió sobre les argumentacions matemàtiques i l'explicació i justificació dels resultats.
- La comunicació del procés i de la solució.
- La crítica del model i dels seus límits.

Aquesta fase ve indicada en dos punts de la figura 8 mitjançant l'etiqueta "5", que indica el moment del procés de matematització en què es passa de la solució matemàtica a la solució real, i el moment en què la solució real torna a relacionar-se amb el problema original que forma part del món real.

Les competències

L'apartat anterior se centrava en els processos i conceptes principals associats a la matematització. Un individu que hagi d'usar de manera satisfactòria la matematització dins d'una gran varietat de situacions i contextos, intra i extramatemàtics, així com en l'àmbit de les subdimensions, necessita posseir un nombre suficient de competències matemàtiques que, juntes, puguin ser considerades com una competència matemàtica comprensiva. Cadascuna d'aquestes competències pot dominar-se a diferents nivells. Les diferents parts del procés de matematització se serveixen de manera diferent d'aquestes competències, tant pel que fa a les competències específiques que s'han d'usar com al nivell de domini necessari. Per identificar i analitzar aquestes competències, PISA ha decidit utilitzar vuit competències matemàtiques característiques que, en la seva forma actual, es basen en la feina de Niss (1999) i els seus col·legues danesos. Altres formulacions similars

es troben en les obres de molts altres autors (tal com s'indica a Neubrand i altres, 2001). No obstant això, convé assenyalar que alguns dels termes utilitzats tenen una accepció diferent entre els diferents autors.

1. **Pensar i raonar.** Formular preguntes característiques de les matemàtiques («Hi ha...?», «En aquest cas, quants?», «Com puc trobar...?»); conèixer els tipus de respostes que donen les matemàtiques a aquestes preguntes; diferenciar entre els diferents tipus d'afirmacions (definicions, teoremes, conjetures, hipòtesi, exemples, asseveracions condicionades); i entendre i tractar l'amplitud i els límits dels conceptes matemàtics donats.
2. **Argumentar.** Saber el que són les demostracions matemàtiques i en què es diferencien d'altres tipus de raonament matemàtic; seguir i valorar l'encadenament d'arguments matemàtics de diferents tipus; tenir un sentit heurístic («Què pot o no pot passar i per què?»); i crear i plasmar arguments matemàtics.
3. **Comunicar.** Això comporta saber expressar-se de diferents maneres, tant oralment com per escrit, sobre temes de contingut matemàtic i entendre les afirmacions orals i escrites de terceres persones sobre els esmentats temes.
4. **Construir models.** Estructurar el camp o situació que es vol modelar; traduir la realitat a estructures matemàtiques; interpretar els models matemàtics en termes de "realitat"; treballar amb un model matemàtic; validar el model; reflexionar, analitzar i criticar un model i els seus resultats; comunicar opinions sobre el model i els seus resultats (incloent les limitacions de tals resultats); i supervisar i controlar el procés de construcció de models.
5. **Formular i resoldre problemes.** Representar, formular i definir diferents tipus de problemes matemàtics (per exemple, "pur", "aplicat", "obert" i "tancat"); i la resolució de diferents tipus de problemes matemàtics de diverses maneres.
6. **Representar.** Descodificar i codificar, traduir, interpretar i diferenciar entre les diverses formes de representació de les situacions i objectes matemàtics i les interrelacions entre les diverses representacions; seleccionar i canviar entre diferents formes de representació depenent de la situació i el propòsit.
7. **Usar operacions i un llenguatge simbòlic, formal i tècnic.** Descodificar i interpretar el llenguatge formal i simbòlic i comprendre la seva relació amb el llenguatge natural, traduir del llenguatge natural al llenguatge simbòlic/formal; manejar afirmacions i expressions amb símbols i fórmules; utilitzar variables, resoldre equacions i realitzar càlculs.
8. **Usar materials i eines de suports.** Tenir coneixements i ser capaç d'utilitzar diferents materials i eines de suport (incloses les tecnologies de la informació) que poden ajudar en la realització de l'activitat matemàtica; i conèixer les seves limitacions.

La intenció de PISA no consisteix a desenvolupar preguntes de prova que avaluïn les competències a dalt esmentades per separat. Les esmentades competències s'entremesclen i sovint cal, a l'exercitar les matemàtiques, recórrer alhora a moltes competències, de manera que intentar avaluar les competències per separat resultaria en general una tasca artificial i una compartimentació innecessària de l'àmbit. Les diferents competències que presentin l'alumnat variaran considerablement d'una persona a una altra. Això és en part així a causa que tot l'aprenentatge té lloc a través d'experiències, i «l'elaboració del coneixement propi té lloc a través dels processos d'interacció, negociació i col·laboració» (De Corte, Greer i Verschaffel, 1996, pàg. 510). PISA pren per descomptat que gran part de les matemàtiques que saben els estudiants les han après a l'escola. La comprensió d'un àmbit de coneixement és quelcom que es va adquirint gradualment. Amb el temps van apareixent maneres més formals i abstractes de representació i raonament com a resultat d'anar participant en activitats dissenyades per desenvolupar idees informals. La competència matemàtica també s'adquireix a través d'experimentar interrelacions associades en diferents situacions o contextos socials.

Per descriure i transmetre de manera productiva les capacitats dels estudiants, així com els seus punts forts i febles des d'una perspectiva internacional, cal certa estructura. Una forma d'oferir-la d'una manera comprensible i manejable és descriure grups de competències a partir dels tipus de requisits cognitius necessaris per resoldre diferents problemes matemàtics.

Els grups de competència

PISA ha escollit descriure les accions cognitives que aquestes competències engloben d'acord a tres *grups de competència*: el grup de *reproducció*, el grup de *connexions* i el grup de *reflexió*. En les seccions següents es defineixen els tres grups i es tracten les maneres que s'interpreten cadascuna de les competències dins de cada grup.

El grup de reproducció

Les competències d'aquest grup impliquen essencialment la reproducció del coneixement practicat. Inclouen aquelles que s'utilitzen més freqüentment en les proves estandaritzades i en els llibres de text: coneixement de fets, representacions de problemes comuns, reconeixement d'equivalents, recopilació de propietats i objectes matemàtics familiars, execució de procediments rutinaris, aplicació d'habilitats tècniques i d'algoritmes habituals, el maneig d'expressions amb símbols i fórmules establertes i la realització d'operacions senzilles.

1. **Pensar i raonar.** Formular les preguntes més simples («¿quants...?», «¿quant és...?») i comprendre els consegüents tipus de resposta («tants», «tant»); distingir entre definicions i afirmacions; comprendre i utilitzar conceptes matemàtics en el mateix context en el qual es van introduir per primera vegada o en què s'han practicat subsegüentment.

2. **Argumentar.** Seguir i justificar els processos quantitius estàndard, entre ells els processos de càlcul, els enunciats i els resultats.
3. **Comunicar.** Comprendre i saber expressar-se oralment i per escrit sobre qüestions matemàtiques senzilles, com ara reproduir els noms i les propietats bàsiques d'objectes familiars, esmentant càlculs i resultats, normalment d'una única manera.
4. **Construir models.** Reconèixer, recopilar, activar i aprofitar models familiars ben estructurats; passar successivament dels diferents models (i els seus resultats) a la realitat i viceversa per aconseguir una interpretació; comunicar de manera elemental els resultats del model.
5. **Formular i resoldre problemes.** Exposar i formular problemes reconeixent i reproduint problemes ja practicats purs i aplicats de manera tancada; resoldre problemes utilitzant enfocaments i procediments estàndard, normalment d'una única manera.
6. **Representar.** Descodificar, codificar i interpretar representacions practicades de tipus estàndard d'objectes matemàtics prèviament coneguts. El pas d'una representació a una altra només s'exigeix quan aquest pas mateix és una part establerta de la representació.
7. **Usar operacions i un llenguatge simbòlic, formal i tècnic.** Descodificar i interpretar el llenguatge formal i simbòlic rutinari que ja s'ha practicat en situacions i contextos àmpliament coneguts; manejar afirmacions senzilles i expressions amb símbols i fórmules, com ara utilitzar variables, resoldre equacions i realitzar càlculs mitjançant procediments rutinaris.
8. **Usar materials i eines de suports.** Conèixer i ser capaç d'utilitzar materials i eines de suport que resultin familiars en contextos, situacions i procediments similars als ja coneguts i practicats al llarg de l'aprenentatge.

Les preguntes que mesuren les competències del grup de *reproducció* es poden descriure mitjançant els descriptors clau següents: reproduir material que ja s'ha experimentat i realitzar operacions rutinàries.

Exemples de preguntes del grup de reproducció

Exemple 13

Resol l'equació $7x - 3 = 13x + 15$

Exemple 14

Quina és la mitjana de 7, 12, 8, 14, 15, 9?

Exemple 15

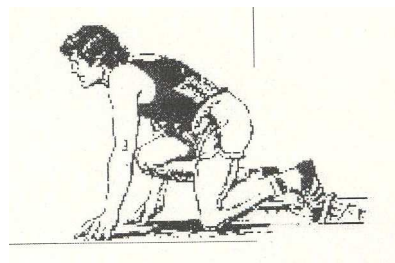
S'ingressen 1.000 zeds en un compte d'estalvi en un banc amb un tipus d'interès del 4%. Quants zeds hi haurà en el compte al cap d'un any?

Exemple 16: TEMPS DE REACCIÓ

En una carrera de velocitat, el temps de reacció és el temps que transcorre entre el tret de sortida i l'instant que l'atleta abandona el tac de sortida. El temps final inclou tant el temps de reacció com el temps de carrera.

En la taula següent figura el temps de reacció i el temps final de 8 corredors en una carrera de velocitat de 100 metres.

Carrer	Temps de reacció (segons)	Temps final (segons)
1	0,147	10,09
2	0,136	9,99
3	0,197	9,87
4	0,180	No va acabar la cursa
5	0,210	10,17
6	0,216	10,04
7	0,174	10,08
8	0,193	10,13



PREGUNTA 1: TEMPS DE REACCIÓ

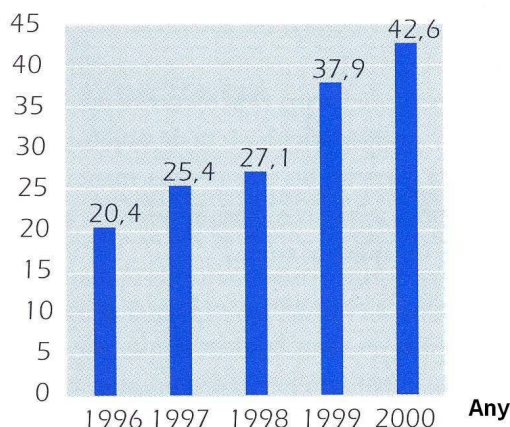
Identifica els corredors que van guanyar les medalles d'or, plata i bronze en aquesta carrera. Completa la taula següent amb el seu número de carrer, el seu temps de reacció i el seu temps final.

Medalla	Carrer	Temps de reacció (seg.)	Temps final (seg.)
Or			
Plata			
Bronze			

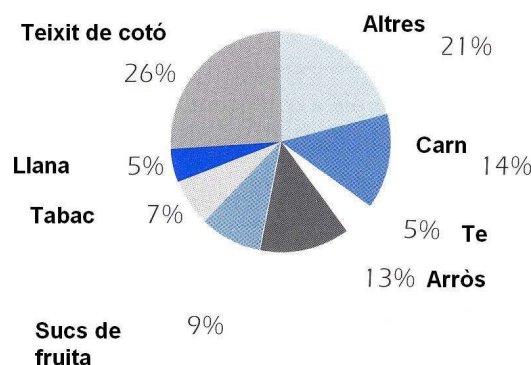
Exemple 17: EXPORTACIONS DE ZEDLÀNDIA

Els gràfics següents contenen informació sobre les exportacions de Zedlàndia, un país que té el zed com a unitat monetària.

Total anual d'exportacions de Zedlàndia expressat en milions de zeds, 1996 -2000



Distribució de les exportacions de Zedlàndia el 2000



PREGUNTA 1: EXPORTACIONS DE ZEDLÀNDIA

Quin va ser el valor de les exportacions de suc de fruita de Zedlàndia l'any 2000?

- A. 1,8 milions de zeds.
- B. 2,3 milions de zeds.
- C. 2,4 milions de zeds.
- D. 3,4 milions de zeds.
- E. 3,8 milions de zeds.

Per clarificar els límits de les preguntes del grup de *reproducció* s'ha de fer notar que el problema presentat com en l'exemple 3 "Compte d'estalvi" NO pertany al grup de *reproducció*. Per resoldre el problema, l'alumnat haurà d'anar més enllà de la simple aplicació d'un procediment de rutina, ja que requereix la aplicació d'un fil de raonament i d'una seqüència de passos de càlcul que no són característics de les competències del grup de *reproducció*.

El grup de connexions

Les competències del grup de *connexions* es recolzen sobre les del grup de *reproducció*, conduint a situacions de resolució de problemes que ja no són de simple rutina, però que encara inclouen escenaris familiars o gairebé familiars.

A més de les competències descrites per al grup de *reproducció*, les competències del grup de *connexions* comprenen les següents:

1. **Pensar i raonar.** Això implica formular preguntes («¿com trobem...?», «¿quin tractament matemàtic donem...?») i comprendre els consegüents tipus de resposta (plasmades mitjançant taules, gràfics, àlgebra, xifres, etc.); distingir entre definicions i afirmacions i entre diferents tipus d'aquestes; comprendre i utilitzar conceptes matemàtics en contextos que difereixen lleugerament d'aquells que es van introduir per primera vegada o d'aquells altres que s'han practicat després.
2. **Argumentar.** Això implica raonar matemàticament de manera simple sense distingir entre proves i formes més àmplies d'argumentació i raonament; seguir i avaluar l'encadenament dels arguments matemàtics de diferents tipus; tenir sentit de l'heurística (p. ex., «Què pot o no pot passar i per què?», «Què sabem i què volem obtenir? »).
3. **Comunicar.** Això implica comprendre i saber expressar-se oralment i per escrit sobre qüestions matemàtiques que engloben des de com reproduir els noms i les propietats bàsiques d'objectes familiars o com explicar els càlculs i els seus resultats (normalment de més d'una manera) fins a explicar assumptes que impliquen relacions. També comporta entendre les afirmacions orals o escrites de tercers sobre aquest tipus d'assumptes.
4. **Construir models.** Això implica estructurar el camp o situació del qual cal realitzar el model; traduir la «realitat» a estructures matemàtiques en contextos que no són massa complexos però que són diferents als que estan acostumats els estudiants. Comporta també saber interpretar endavant i endarrere alternant els models (i dels seus resultats) i la realitat, i sabent també comunicar els resultats del model.
5. **Formular i resoldre problemes.** Això implica plantejar i formular problemes més enllà de la reproducció dels problemes ja practicats de manera tancada; resoldre aquests problemes mitjançant la utilització de procediments i aplicacions estàndard però també de procediments de resolució de problemes més independents que impliquen establir connexions entre diferents àmbits matemàtiques i diferents formes de representació i comunicació (esquemes, taules, gràfics, paraules i il·lustracions).
6. **Representar.** Descodificar, codificar i interpretar formes de representació més o menys familiars dels objectes matemàtics; seleccionar i canviar entre diferents formes de representació de les situacions i objectes matemàtics, i traduir i diferenciar entre diferents formes de representació.
7. **Usar operacions i un llenguatge simbòlic, formal i tècnic.** Descodificar i interpretar el llenguatge formal i simbòlic bàsic en situacions i contextos menys coneguts i manejar afirmacions senzilles i expressions amb símbols i

fórmules, utilitzant variables, resoldre equacions i realitzar càlculs mitjançant procediments familiars.

8. **Usar materials i eines de suport.** Això implica conèixer i ser capaç d'utilitzar materials i eines de suport familiars en contextos, situacions i maneres diferents a les introduïdes i practicades al llarg de l'aprenentatge.

Les preguntes d'aquest grup normalment exigeixen alguna prova de la integració i vinculació del material derivat de les diferents subdimensions, de les diverses línies curriculars matemàtiques o de la connexió de les diverses representacions d'un problema.

Les preguntes que mesuren les competències del grup de connexions es poden descriure mitjançant els descriptors clau següents: integració, connexió i ampliació moderada del material practicat.

Exemples de preguntes del grup de connexions

Un primer exemple del grup de connexions és el de l'exemple 3, *Compte d'estalvi*, aparegut més amunt. A continuació se'n presenten d'altres.

*Exemple 18: **DISTÀNCIA***

La Maria viu a dos quilòmetres del seu col·legi i en Martí a cinc.

PREGUNTA 1: DISTÀNCIA

A quina distància viuen l'un de l'altra?

Quan es va mostrar aquest problema al professorat, molts el van rebutjar per considerar-lo massa fàcil (es veu ràpidament que la resposta és 3). Un altre grup de professorat va argumentar que no era una pregunta adequada, perquè no hi havia resposta (volien dir que no hi ha una única resposta numèrica). Un tercer grup va argumentar que no era adequat perquè hi havia diverses respostes possibles, atès que, sense més informació, la majoria d'alumnes podien concloure que vivien entre 3 i 7 quilòmetres de distància (una resposta que no és desitjable per a una pregunta d'avaluació). Alguns, pocs, van pensar per contra que es tractava d'una pregunta excel·lent, perquè exigeix entendre la formulació, perquè és un problema real que no inclou una estratègia coneguda per l'estudiant, i perquè és una qüestió matemàtica preciosa, encara que no se sàpiga com la resoldran els estudiants. Aquesta última interpretació és la que vincula el problema amb el grup de competències de *connexions*.

Exemple 19: LLOGUER D'OFICINES

Els dos anuncis següents van aparèixer en un diari d'un país que té el zed com a unitat monetària.

<i>EDIFICI A</i>	<i>EDIFICI B</i>
<i>Es lloguen oficines</i>	<i>Es lloguen oficines</i>
<i>58-95 metres quadrats</i> <i>475 zeds al mes</i>	<i>35-260 metres quadrats</i> <i>90 zeds per metre quadrat a l'any</i>
<i>100-120 metres quadrats</i> <i>800 zeds al mes</i>	

PREGUNTA 1: LLOGUER D'OFICINES

Si una empresa està interessada a llogar una oficina de 110 metres quadrats en aquest país durant un any, en quin edifici d'oficines, A o B, haurà de llogar-la per aconseguir el preu més baix? Escriu els teus càlculs. [© IEA/TIMSS]

Exemple 20: LA PIZZA

Una pizzeria ofereix dues pizzes rodones del mateix gruix però de diferents mides. La petita té un diàmetre de 30 cm i costa 30 zeds. La gran té un diàmetre de 40 cm i costa 40 zeds. [© PRIM, Stockholm Institute of Education]

PREGUNTA 1: LA PIZZA

Quina pizza és la millor opció en relació amb el que costa? Escriu el teu raonament.

En aquests dos problemes els estudiants han de traduir una situació del món real a llenguatge matemàtic, desenvolupar un model matemàtic que els permeti establir una comparació adequada, comprovar que la solució s'ajusta al context de la pregunta inicial i comunicar el resultat. Totes aquestes activitats s'inclouen dins del grup de *connexions*.

El grup de reflexió

Les competències d'aquest grup inclouen un element de reflexió per part de l'estudiant sobre els processos necessaris o emprats per resoldre un problema. Relacionen les capacitats de l'alumnat per a planificar estratègies de resolució i aplicar-les en escenaris de problema que contenen més elements i

poden ser més «originals» (o inusuals) que els del grup de connexions. A més de les competències descrites per al grup de connexions, entre les competències del grup de reflexió es troben les següents:

1. **Pensar i raonar.** Això implica formular preguntes («Com trobem...?», «Quin tractament matemàtic donem...?», «Quins són els aspectes essencials del problema o situació...?») i comprendre els consegüents tipus de resposta (plasmades mitjançant taules, gràfics, àlgebra, xifres, especificació dels punts clau, etc.); distingir entre definicions, teoremes, conjectures, hipòtesi i afirmacions sobre casos especials i articular de manera activa o reflexionar sobre aquestes distincions; comprendre i utilitzar conceptes matemàtics en contextos nous o complexos; comprendre i tractar l'amplitud i els límits dels conceptes matemàtics donats i generalitzar els resultats.
2. **Argumentar.** Això implica un raonament matemàticament senzill, distingint entre proves i formes més àmplies d'argumentació i raonament; seguir, avaluar i elaborar encadenaments d'arguments matemàtics de diferents tipus; utilitzar l'heurística (p. ex., «Què pot o no pot passar i per què?», «Què sabem i què volem obtenir?», «Quines són les propietats essencials?», «Com estan relacionats els diferents objectes?»).
3. **Comunicar.** Això implica comprendre i saber expressar-se oralment i per escrit sobre qüestions matemàtiques que engloben des de com reproduir els noms i les propietats bàsiques d'objectes familiars o explicar càlculs i resultats (normalment de més d'una manera) a explicar assumptes que inclouen relacions complexes, entre elles relacions lògiques. També comporta entendre les afirmacions orals o escrites de tercers sobre aquest tipus d'assumptes.
4. **Construir models.** Això implica estructurar el camp o situació del qual cal realitzar el model, traduir la realitat a estructures matemàtiques en contextos complexos o molt diferents als que estan acostumats els estudiants i passar alternant dels diferents models (i dels seus resultats) a la «realitat», incloent aquí aspectes de la comunicació dels resultats del model: recopilar informació i dades, supervisar el procés de construcció de models i validar el model resultant. També inclou reflexionar mitjançant l'anàlisi, les crítiques i una comunicació més complexa sobre els models i la seva construcció.
5. **Formular i resoldre problemes.** Això implica exposar i formular problemes molt més enllà de la reproducció dels problemes practicats teòrics i aplicats de manera tancada; resoldre aquests problemes mitjançant la utilització de procediments i aplicacions estàndard però també de procediments de resolució de problemes més originals que impliquen establir connexions entre diferents àmbits matemàtiques i formes de representació i comunicació (esquemes, taules, gràfics, paraules i il·lustracions). També comporta reflexionar sobre les estratègies i les solucions.
6. **Representar.** Això implica descodificar, codificar i interpretar formes de representació més o menys familiars dels objectes matemàtics; seleccionar

i canviar entre diferents formes de representació de les situacions i objectes matemàtics i traduir i diferenciar entre diferents formes de representació. També comporta combinar representacions de manera creativa i inventar formes no estandaritzades.

7. **Usar operacions i un llenguatge simbòlic, formal i tècnic.** Això implica descodificar i interpretar el llenguatge formal i simbòlic ja practicat en situacions i contextos desconeguts i manejar afirmacions i expressions amb símbols i fórmules, com ara utilitzar variables, resoldre equacions i realitzar càlculs. També comporta l'habilitat de saber tractar amb expressions i afirmacions complexes i amb llenguatge simbòlic o formal inusual, i realitzar traduccions entre aquest llenguatge i el llenguatge natural.
8. **Usar materials i eines de suports.** Això implica conèixer i ser capaç d'utilitzar materials i eines de suport familiars o inusuals en contextos, situacions i formes bastant diferents a les ja introduïdes i practicades. També comporta reconèixer les limitacions d'aquests suports i eines.

Les preguntes d'avaluació que mesuren les competències del grup de *reflexió* es poden descriure mitjançant els descriptors clau següents: raonament avançat, argumentació, abstracció, generalització i construcció de models aplicats a contextos nous.

Exemples de preguntes del grup de reflexió

Exemple 21: ESTATURA DE L'ALUMNAT

Un dia, a la classe de matemàtiques, es mesura l'estatura de tot l'alumnat. L'estatura mitjana dels nois és de 160 cm i l'estatura mitjana de les noies és de 150 cm. Elena ha estat la més alta: mesura 180 cm. Zdenek ha estat el més baix: mesura 130 cm.

Dos estudiants van faltar a classe aquest dia, però van ser a classe l'endemà. Es van mesurar les seves estatures i es van tornar a calcular les mitjanes. Sorprenentment, l'estatura mitjana de les noies i l'estatura mitjana dels nois no va canviar.

PREGUNTA 1: ESTATURA DE L'ALUMNAT

Quines de les conclusions següents poden deduir-se d'aquesta informació?

Envolta amb un cercle la paraula Sí o No per a cada conclusió.

*Conclusió**Pot deduir-se aquesta conclusió?*

Els dos estudiants són noies.	Sí / No
Un dels estudiants és un noi i l'altre és una noia.	Sí / No
Els dos estudiants tenen la mateixa estatura.	Sí / No
L'estatura mitjana de tots els estudiants no va canviar.	Sí / No
Zdenek continua sent el més baix.	Sí / No

El problema és força complicat per diferents raons. D'una banda, és una lectura que demana un gru d'atenció alt. Una comprensió lectura superficial pot provocar una mal interpretació. A més, també és força difícil trobar la informació matemàtica realment crucial.

La situació varia dins de la classe i també en el temps. S'empra l'entitat classe quan es parla de la mitjana d'alçada dels nois i les noies de forma independent, però després s'estipula que Alena és la noia més alta i en Zdenek el noi més baix. Si l'alumnat no fa una comprensió lectora acurada, no s'adonarà que Alena és una noia i Zdenek un noi.

Una dificultat evident és el fet que l'alumnat ha de combinar informació de la primera part de l'ítem (sobre les diferents estatures) amb la segona part, en què es presenta informació sobre dos alumnes absents, o potser millor encara: no es presenta. Aquí ens trobem amb la variació al llarg del temps: dos estudiants que no eren presents a l'escenari original, però que han estat presos en compte en el moment següent. Així, al llarg del temps, l'entitat classe canvia. Però no se sap si els estudiants absents són nois, noies o un noi i una noia. A les dificultats esmentades, s'ha d'afegir el fet que en realitat no s'ha de resoldre un problema, sinó cinc.

Per altra banda, per poder respondre correctament, és fonamental que l'alumnat entengui matemàticament els conceptes estadístics implicats. El problema implica la capacitat de formular preguntes ("Com ho sé?", "Com ho trobo?", "Quines són les possibilitats?", "Què passa si...?") i la capacitat d'entendre i manejar el concepte de mitjana en textos que són complexos, encara que el context sigui familiar.

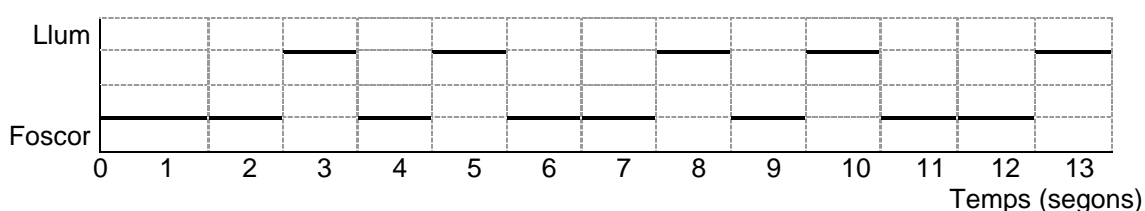
D'aquesta descripció es desprèn clarament que aquest ítem no només és un repte per a l'alumnat, com es demostra a través dels resultats de l'avaluació PISA, sinó que pertany clarament al grup de reflexió.

Exemple 22: EL FAR

Els fars són torres amb un focus lluminós en la part superior.

Els fars ajuden als vaixells a seguir el seu rumb durant la nit quan naveguen prop de la costa.

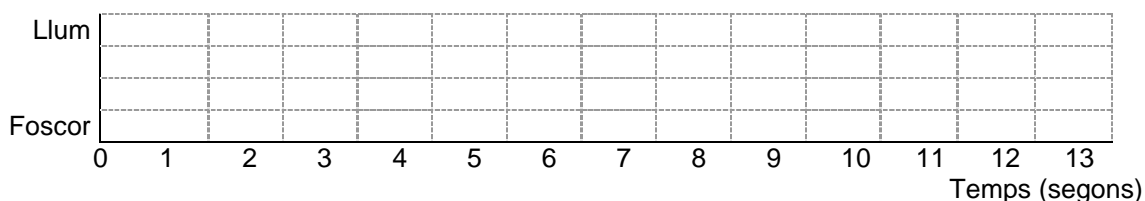
Un far emet raigs de llum segons una seqüència regular fixa. Cada far té la seva pròpia seqüència.



Es tracta d'una seqüència regular. Després d'alguns temps la seqüència es repeteix. Es diu període de la seqüència el temps que dura un cicle complet, abans que comenci a repetir-se. Quan es descobreix el període de la seqüència, és fàcil ampliar el diagrama per als següents segons, minuts o fins i tot, hores.

PREGUNTA 1: EL FAR

En la quadrícula de sota fes el gràfic d'una possible seqüència de raigs de llum d'un far que emeti 30 segons de raigs de llum cada minut. El període d'aquesta seqüència ha de ser de 6 segons.



En primer lloc, els estudiants han d'entendre la introducció, ja que és probable que no estiguin familiaritzats amb el tipus de gràfic del problema, com no ho estaran amb la idea de periodicitat. En segon lloc, la pregunta plantejada és molt oberta: es demana als estudiants que “dissenyin” un patró possible de raigs de llum. Molts estudiants no es troben amb aquest tipus de pregunta “constructiva” al seu centre educatiu. Però aquest aspecte constructiu és un component essencial per poder dir que algú és competent en matemàtiques: les competències matemàtiques no només s’han de poder fer servir de forma passiva o derivada, sinó mostrant la capacitat d’elaborar una resposta. La resolució del problema no és gens anodina, perquè s’han de satisfer dues

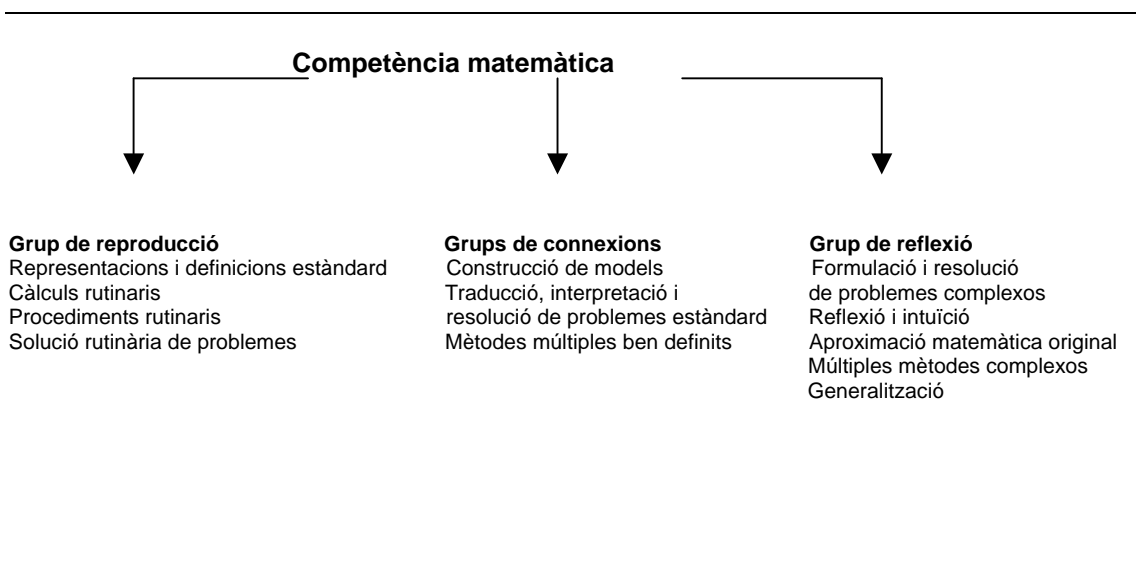
condicions: quantitats de temps iguals de llum i fosc (‘‘30 segons per minut’’) i un període de sis segons. Aquesta combinació fa que sigui essencial que l'alumnat arribi realment al nivell conceptual de la comprensió de la periodicitat, la qual cosa ja indica que tractem amb el grup de competència de reflexió.

En aquest cas concret, alguns podrien argumentar que el context pot afavorir els estudiants que viuen en zones costaneres. Ara bé, s'ha de remarcar que la competència en matemàtiques inclou la capacitat d'utilitzar les matemàtiques en contextos diferents als propis. Aquesta capacitat de transferència és una competència essencial per a la competència matemàtica. Això no significa que es vulgui negar que determinats estudiants poden veure's afavorits en determinats contextos i d'altres, en altres contextos. Ara bé, l'anàlisi de rendiment per països de l'ítem no va posar de manifest que això es produís: els països sense litoral no van tenir resultats diferents dels països amb litoral.

Classificació dels exercicis segons el grup de competència

La figura 8 resumeix les diferències que hi ha entre els grups de competències.

Figura 8. Representació gràfica dels grups de competència



Les descripcions de competència de les pàgines anteriors podrien utilitzar-se per classificar les preguntes de matemàtiques i assignar-les així a un dels grups de competència. Una manera de fer-ho seria analitzar els requisits de cada pregunta i després considerar cadascuna de les competències per a la pregunta implicada: un dels tres grups proporcionarà la descripció més ajustada dels requisits de la pregunta en relació amb aquesta competència. Si es considera que alguna de les competències s'ajusta a la descripció del grup de reflexió, llavors la pregunta s'assigna a aquest grup de competència. Si no fos així, però una o més de les competències s'ajustés a la descripció del grup de connexions, llavors la pregunta s'assignaria a aquest grup. Si no es donés cap d'aquests dos casos, la pregunta s'assignaria al grup de reproducció, ja que es consideraria que totes les competències que mobilitza s'ajusten a la descripció de les competències d'aquest grup.

Avaluació de la competència matemàtica

Característiques de les proves

En aquest apartat es presenten amb més detall les característiques de les proves que s'utilitzen per avaluar als estudiants. Aquí es descriuen la naturalesa de les proves i el tipus de format de les preguntes.

La naturalesa de les proves de matemàtiques

PISA és una avaluació internacional dels nivells de competència de l'alumnat de 15 anys. Totes les preguntes utilitzades han de ser les adequades per a la població d'estudiants de 15 anys dels països de l'OCDE.

Les preguntes consisteixen en informació o material d'estímul, una introducció, la pregunta pròpiament dita i la solució que es precisa. Per a les preguntes amb respostes que no puguin puntuar-se automàticament s'elaboraran uns criteris de correcció perquè els correctors dels diferents països, especialment formats, puguin codificar les respostes de l'alumnat d'una manera consistent i fiable.

En un apartat anterior d'aquest marc conceptual s'han tractat detalladament els tipus de situacions que cal utilitzar per a les preguntes de matemàtiques de PISA. En l'estudi 2003 cada pregunta es troba dins d'un dels quatre tipus de situació: personal, educacional/professional, pública i científica. Les preguntes seleccionades com a instruments de l'avaluació de matemàtiques de PISA 2006 es distribueixen entre aquests quatre tipus de situació.

A més, es dóna preferència a preguntes amb contextos que es considerin autèntics. És a dir, PISA atorga la major importància a aquells exercicis que podrien trobar-se en situacions reals i que posseeixen un context en el qual l'ús de les matemàtiques per resoldre el problema podria considerar-se autèntic. Els problemes amb contextos extramatemàtics que influeixen en la

solució i la seva interpretació es prefereixen com a vehicles d'avaluació de la *competència matemàtica*.

Les preguntes han de tenir relació en la seva majoria amb una de les subdimensions (o categories fenomenològiques de problemes) descrites en aquest marc conceptual. L'elecció de les preguntes de matemàtiques en PISA 2006 garanteix que les quatre subdimensions hi són ben representades. Les preguntes han d'incorporar un o diversos dels processos matemàtics descrits en el marc conceptual i s'han d'identificar predominantment amb un dels grups de competència.

En l'elaboració i selecció de les preguntes que s'inclouen en l'avaluació PISA, es considera detingudament el nivell de comprensió lectora necessari per comprendre una pregunta. La formulació lingüística de les preguntes ha de ser la cosa més senzilla i directa possible. També es procura evitar contextos que puguin comportar qualsevol biaix cultural.

Les preguntes seleccionades com a instruments d'avaluació de PISA presenten una àmplia gamma de dificultats per així ajustar-se a l'àmplia gamma de competències que han de demostrar tenir els estudiants que participen en l'avaluació. Les categories principals del marc conceptual (especialment els grups de competències i les subdimensions) també han de ser representades, tant com sigui possible, mitjançant preguntes de molt variada dificultat. El grau de dificultat de les preguntes es determina en una extensa prova pilot que es realitza amb anterioritat a la selecció de les preguntes per a la prova principal.

Tipus de pregunta

Una vegada creats els instruments d'avaluació, cal examinar detingudament l'impacte de cada tipus de pregunta en el rendiment de l'alumnat i, per tant, en la definició del constructe que es vol avaluar. Aquest punt és especialment pertinent en un projecte com PISA en què el vast context internacional planteja serioses limitacions als tipus de format que poden adoptar les preguntes.

PISA avalua la *competència matemàtica* mitjançant una combinació de preguntes de resposta oberta, de resposta tancada i d'elecció múltiple. S'utilitza una quantitat més o menys igual de cadascun d'aquests formats a l'hora d'elaborar els instruments per a l'avaluació.

L'experiència en l'elaboració i administració de preguntes obtinguda en l'avaluació PISA 2000 indica que, en termes generals, els exercicis d'elecció múltiple són els més adequats per avaluar els continguts associats als grups de competència de *reproducció i connexions*. Una mostra d'aquest tipus de pregunta és l'exemple 23, que planteja una pregunta associada al grup de competència de les *connexions* i que ofereix un nombre limitat d'opcions de resposta predefinides. Per resoldre aquest problema, els estudiants han de traduir-lo a termes matemàtics, crear un model per representar la naturalesa periòdica del context descrit i prolongar la seqüència perquè el resultat es correspongui a una de les opcions plantejades.

Exemple 23: LA FOCA

Una foca ha de pujar a la superfície per respirar fins i tot quan dorm. En Martí va observar una foca durant una hora. En començar l'observació, la foca es va submergir fins al fons del mar i va començar a dormir. Als 8 minuts va pujar flotant lentament fins a la superfície i va respirar.

3 minuts més tard va tornar a baixar al fons i tot el procés va començar de nou d'una manera regular.

PREGUNTA 1: LA FOCA

Després d'una hora la foca:

- A. Era en el fons*
- B. Estava sortint cap a la superfície*
- C. Estava respirant*
- D. Estava tornant al fons*

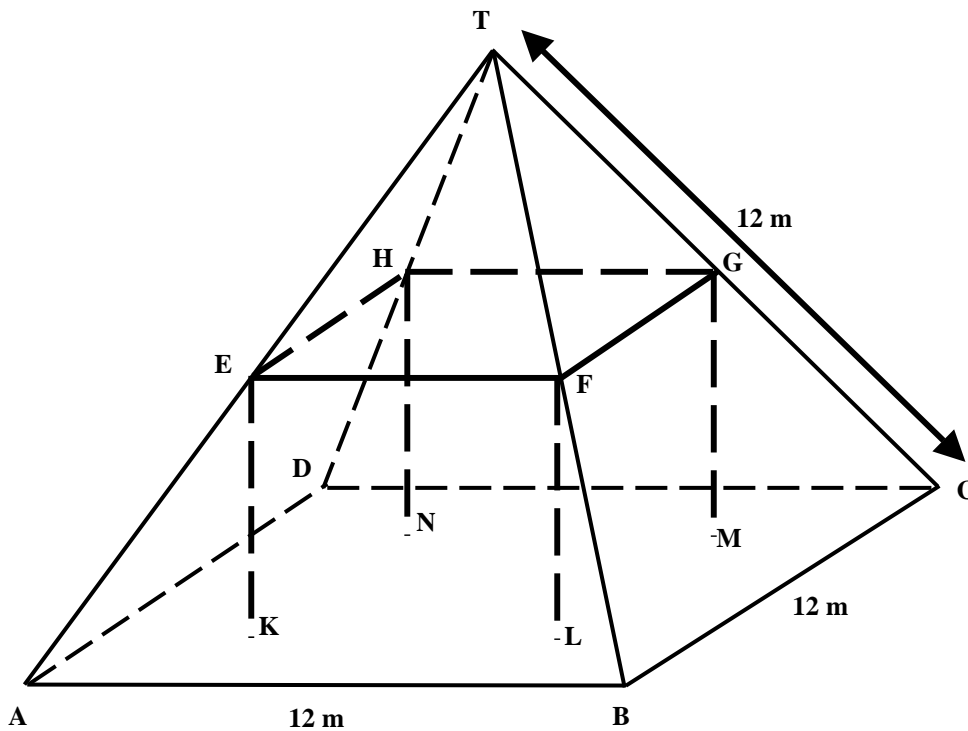
Per a objectius d'ordre superior o per a processos més complexos s'han d'elegir preferentment altres tipus de pregunta. Les preguntes de resposta construïda tancada formulen tasques o exercicis semblants a les preguntes d'elecció múltiple, però s'hi demana als estudiants que donin una resposta que pugui ser jutjada fàcilment com a correcta o incorrecta. Endevinar la resposta per casualitat no és una cosa que preocupi en les preguntes d'aquest tipus i no resulta necessari col·locar distractors (que poden, a més, esbiaixar la prova avaluada). Així, en l'exemple 24 només hi ha una resposta correcta però existeixen moltes respostes incorrectes possibles.

Exemple 24: LES GRANGES

Aquí teniu una fotografia d'una casa de camp amb la teulada en forma de piràmide.



A sota hi ha un model matemàtic que un estudiant ha fet de la teulada de la casa amb les mesures corresponents.



En el model, la planta de l'àtic ABCD és un quadrat. Les bigues que suporten la teulada són les arestes d'un bloc (prisma rectangular) EFGHKL MN. E és el punt mig de \underline{AT} , F és el punt mig de \underline{BT} , G és el punt mig de \underline{CT} , i H és el punt mig de \underline{DT} . Totes les arestes de la piràmide tenen 12 m de longitud.

Pregunta 1: LES GRANGES

Calculeu l'àrea total de la planta de l'àtic ABCD.

L'àrea de la planta de l'àtic ABCD és igual a _____ m²

Les preguntes de resposta construïda oberta requereixen una resposta més àmplia per part de l'alumnat i el procés d'elaboració de l'esmentada resposta normalment comporta activitats cognitives d'alt nivell. Amb freqüència tals preguntes no requereixen únicament que l'alumnat elabori una resposta, sinó que mostri també els passos seguits o que expliqui com va arribar a la resposta. La característica clau de les preguntes de resposta construïda oberta és que permeten que l'alumnat demostrï la seva competència en proporcionar solucions que poden estar situades en diferents nivells de complexitat, com es veu clarament en l'exemple 25.

Exemple 25: **INDONÈSIA**

Indonèsia es troba entre Malàisia i Austràlia. En la taula següent es mostren algunes dades de la població d'Indonèsia i la seva distribució al llarg de les seves illes:

Regió	Àrea de superfície (km ²)	Percentatge total d'àrea	Població el 1980 (milions)	Percentatge total de població
Java/Madura	132 187	6.95	91 281	61.87
Sumatra	473 606	24.86	27 981	18.99
Kalimantan (Borneo)	539 460	28.32	6 721	4.56
Sulawesi (Celebes)	189 216	9.93	10 377	7.04
Bali	5 561	0.30	2 470	1.68
Irian Jaya	421 981	22.16	1 145	5.02
TOTAL	1 905 569	100.00	147 384	100.00

Un dels principals reptes d'Indonèsia és la desigual distribució de la població al llarg de les seves illes. En la taula es pot observar que Java, que té menys del 7% del total de la superfície, té gairebé el 62% del total de la població.

Font: De Lange i Verhage (1992). Reproducció autoritzada.

PREGUNTA 1: **INDONÈSIA**

Dissenya un gràfic (o gràfics) que mostri la desigual distribució de la població d'Indonèsia.

Al voltant d'un terç dels exercicis de matemàtiques de l'avaluació PISA són preguntes de resposta construïda oberta. Les respostes a aquestes preguntes les han de puntuar persones formades que apliquen uns criteris de puntuació que requereixen un cert grau de valoració professional. Ja que pot produir-se un desacord entre els correctors d'aquestes preguntes, PISA porta a terme estudis de fiabilitat dels correctors per controlar el grau de desacord. L'experiència amb aquest tipus d'estudis demostra que poden elaborar-se uns criteris de puntuació clars i aconseguir així unes puntuacions fiables.

PISA utilitza amb freqüència un format d'exercici que engloba diverses preguntes relacionades amb un estímul comú. Els exercicis en aquest format ofereixen als estudiants l'oportunitat d'implicar-se en un context o problema mitjançant una sèrie de preguntes que van augmentant en complexitat. Les primeres preguntes són normalment d'elecció múltiple o preguntes de resposta construïda tancada, mentre que les següents solen ser preguntes de resposta construïda oberta. Aquest format pot utilitzar-se per avaluar qualsevol dels grups de competència.

Una raó per recórrer al format d'exercicis amb un estímul comú és que permet plantejar tasques realistes que reflecteixin la complexitat pròpia de les situacions de la vida real. Una altra raó té a veure amb una utilització eficient del temps d'avaluació, ja que d'aquesta manera es redueix el temps necessari perquè l'estudiant s'introdueixi en la matèria de la situació. No obstant això, en el disseny de les proves, en la puntuació de la resposta i en els criteris de puntuació es reconeix i es té en compte la necessitat que cada element present en l'exercici sigui puntuat amb independència dels altres. Es valora també la importància de minimitzar el biaix que pot produir la utilització d'un número reduït de situacions.

Estructura de l'avaluació

Els instruments de l'avaluació PISA 2003, en què les matemàtiques van ser l'àrea principal, omplen 210 minuts de temps total d'examen. Les preguntes seleccionades s'agrupen en set grups i a cadascun d'aquests grups els corresponen 30 minuts d'examen. Els grups de preguntes es distribuïen en els quadernets de prova segons un disseny de rotació. Encara que en el cicle de l'avaluació del 2006 es concedeix menys temps a l'avaluació de les matemàtiques, els grups d'exercicis s'estructuren i es roten d'una manera similar.

El temps total de la prova de matemàtiques es distribueix el més uniformement possible entre les quatre subdimensions (espai i forma, canvi i relacions, quantitat i incertesa) i les quatre situacions descrites en el marc conceptual (personal, educacional/professional, pública i científica). La proporció dels tres grups de competència (reproducció, connexions i reflexió) en els exercicis és aproximadament d'1:2:1. Al voltant d'un terç de les preguntes és d'elecció múltiple, un altre terç és de resposta construïda tancada i l'altre terç és de resposta construïda oberta.

Presentació dels resultats de matemàtiques

Per sintetitzar els resultats de les respostes es crearà una escala descriptiva de rendiment de cinc nivells (Masters i Forster, 1996; Masters, Adams i Wilson, 1999). L'escala s'elaborarà amb ajuda d'un model estadístic TRI (Teoria de Resposta a l'ítem) que permet tenir en compte respostes de tipus ordinal. L'escala general s'utilitzarà per descriure la naturalesa del rendiment, classificant els resultats dels estudiants de diferents països en termes dels cinc nivells de rendiment descrits i, d'aquesta manera, proporcionarà un marc de referència per a les comparacions internacionals.

Es considerarà l'elaboració d'un cert nombre de subescales independents de presentació de dades. Les subescales es basarien probablement en els tres grups de competència o en les quatre subdimensions. Les decisions sobre l'elaboració d'aquestes subescales separades es prendran d'acord amb diferents criteris, especialment de tipus psicomètric, després de l'anàlisi de les dades obtingudes a les proves PISA. Per facilitar aquestes opcions, s'ha hagut de garantir que se selecciona un nombre suficient de preguntes de cada categoria susceptible de generar una subescala. A més, les preguntes de cada categoria havien d'oferir una gamma de dificultat convenientment àmplia.

Els grups de competència descrits anteriorment en aquest document reflecteixen categories conceptuais d'una complexitat i exigència cognitiva creixents, però no reflecteixen una jerarquia estricta del rendiment de l'alumnat segons la dificultat de les preguntes. La complexitat conceptual és només un dels components de la dificultat de les preguntes que influeix en els nivells de rendiment. Així, una pregunta d'elecció múltiple que mobilitzi competències del grup de reproducció (per exemple, la pregunta: «¿quin dels següents objectes és un rectangle paral·lelepípede?», acompanyada de les imatges d'una pilota, una llauna, una caixa i un quadrat) pot resultar molt fàcil per a un estudiant al qual se li hagi ensenyat el significat d'aquests termes, però serà molt complicada per als que no estiguin familiaritzats amb la terminologia utilitzada. Encara que resulta possible imaginar preguntes relativament difícils del grup de reproducció i preguntes relativament fàcils del grup de reflexió, i encara que s'hagin d'incloure en cada grup preguntes de diferent grau de dificultat, és esperable que existeixi una relació clara entre el grup de competència al qual pertany la pregunta i el seu grau de dificultat.

Entre els factors que sustenten els nivells de dificultat creixent de les preguntes i de la competència matemàtica de l'alumnat es compten els següents:

- *El tipus i grau d'interpretació i reflexió necessaris.* Això inclou la naturalesa dels requisits derivats del context del problema, en quina mesura són visibles els requisits matemàtics del problema, en quina mesura l'alumnat ha d'aplicar la seva pròpia construcció matemàtica al problema i en quina mesura intervenen en la solució la perspicàcia, el raonament complex i la generalització.

- *El tipus d'habilitats de representació necessàries*, des dels problemes en què només es fa servir una classe de representació fins als problemes en què els estudiants han de moure's entre diferents maneres de representació per trobar per si mateixos la manera de representació apropiada.
- *El tipus i nivell d'habilitat matemàtica necessari*, des dels problemes d'un sol pas que demanen als estudiants reproduir fets matemàtics bàsics i realitzar càlculs senzills, fins als problemes de diversos passos que impliquen un coneixement matemàtic més avançat i habilitats més complexes de presa de decisió, processament d'informació, resolució de problemes i construcció de models.
- *El tipus i grau d'argumentació matemàtica necessari*, des de problemes que no precisen gens d'argumentació, passant per problemes als quals l'alumnat ha d'aplicar arguments ben coneguts, fins a problemes que demanen l'elaboració d'arguments matemàtics o la comprensió de l'argumentació de tercers o l'emissió d'un judici sobre la correcció dels arguments o proves que es presenten.

En el **nivell de competència més baix**, en general els estudiants realitzen processos d'un pas que impliquen reconèixer contextos familiars i problemes matemàtics ben formulats, reproduïxen processos o fets àmpliament coneguts i apliquen habilitats de càlcul simples.

En el **nivell de competència superior**, els estudiants realitzen generalment exercicis més complexos, que demanen més d'un pas de processament. També combinen diferents elements d'informació o interpreten diverses representacions d'informació o de conceptes matemàtics identificant els elements importants i la relació que hi ha entre ells. De manera general, per identificar les solucions treballen amb formulacions o models matemàtics donats, presentats amb freqüència de manera algebraica, o realitzen una petita seqüència de passos de processament o càlcul.

En el **nivell de competència més alt**, els estudiants desenvolupen un paper més creatiu i actiu en tractar els problemes matemàtics. Normalment interpreten informació més complexa i gestionen diversos passos de processament. Elaboren la formulació d'un problema i, sovint, creen un model adequat que facilita la seva solució. Els estudiants amb aquest nivell generalment identifiquen i apliquen eines i coneixements rellevants en un context que no els resulta familiar. Així mateix, demostren perspicàcia per identificar una estratègia de solució adequada i altres processos cognitius d'ordre superior, com la capacitat de generalitzar, raonar i argumentar per explicar o comunicar els resultats.

Materials i eines de suport

La norma de PISA relativa a l'ús de calculadores i altres eines de suport és que els estudiants poden utilitzar-les si les utilitzen normalment en el seu

centre educatiu. Així s'aconsegueix avaluar de la manera més versemblant el rendiment dels estudiants i s'obté la comparació més instructiva del rendiment dels diversos sistemes educatius. El fet que un sistema educatiu opti per permetre que l'alumnat faci ús de les calculadores no es diferencia, en principi, d'altres disposicions normatives adoptades pels sistemes que queden fora del control de PISA.

Els estudiants acostumats a disposar d'una calculadora per ajudar-se a resoldre problemes es veurien en desavantatge si se'ls privés d'aquest aparell.

Resum

L'objectiu de PISA és el desenvolupament d'indicadors que demostrin el grau d'efectivitat aconseguida per diferents països en la preparació dels seus alumnes de 15 anys per convertir-los en ciutadans actius, reflexius i intel·ligents des del punt de vista de l'ús de les matemàtiques. Per aconseguir-ho, PISA ha desenvolupat avaluacions que se centren a determinar en quina mesura els estudiants són capaços d'utilitzar el que han après.

Les proves PISA fan èmfasi en la utilització de la comprensió i el coneixement matemàtic per resoldre els problemes sorgits de l'experiència quotidiana. Les proves estan formades per una gran varietat de problemes matemàtics que inclouen diferents graus d'estructura i orientació, però que apunten sempre cap a problemes autèntics en els quals els estudiants han d'elaborar el raonament per si mateixos.

Aquest marc conceptual descriu i il·lustra la definició de la competència matemàtica i determina el context dels exercicis d'avaluació. D'acord amb els altres marcs conceptuals de PISA, els principals components del marc d'avaluació de les matemàtiques són els contextos per a l'ús de les matemàtiques, el contingut matemàtic i els processos matemàtics, cadascun dels quals deriva de la definició de competència. Les anàlisis sobre el context i el contingut posen èmfasi en aquells aspectes dels problemes que afecten l'alumnat en la seva condició de ciutadans, mentre que el tractament dels processos posa èmfasi en les competències a les quals ha de recórrer l'alumnat per resoldre aquests problemes. Les competències s'han agrupat en tres grups, anomenats "grups de competència", per racionalitzar la manera d'abordar uns processos cognitius complexos dins d'un programa d'avaluació adequadament estructurat.

BIBLIOGRAFIA

- Baumert, J., & Köller, O. (1998). "Interest research in secondary level I: an overview". In L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Renniger, & J. Baumert (Eds.), *Interest and Learning*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel, pp. 241–256.
- Blosser, P. (1984). *Attitude Research in Science Education*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Bogner, F., & Wiseman, M. (1999). "Toward measuring adolescent environmental perception". *European Psychologist*, 4 (3), 139–151.
- Bybee, R. (1997a). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth NH: Heinemann.
- Bybee, R. (1997b). "Toward an understanding of scientific literacy". In W. Gräber & C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel (IPN).
- Eagles, P.F.J. and Demare, R. (1999). "Factors influencing children's environmental attitudes". *The Journal of Environmental Education*, 30 (4), 33-37.
- Fensham, P.J. (1985). "Science for all: A reflective essay". *Journal of Curriculum Studies*, 17 (4), 415-435.
- Fensham, P.J. (2000). "Time to change drivers for scientific literacy". *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 2, 9-24.
- Fleming, R. (1989). "Literacy for a technological age". *Science Education*, 73 (4), 391–404.
- Gardner, P.L. (1975). "Attitudes to science. A review". *Studies in Science Education*, 2, 1–41.
- Gardner, P. L. (1984). "Students' interest in science and technology: An international overview". In M. Lehrke, L. Hoffmann & P. L. Gardner (Eds.), *Interests in Science and Technology Education*. Kiel: Institute for Science Education, pp. 15–34.
- Gauld, C. & Hukins, A.A. (1980). "Scientific attitudes: a review". *Studies in Science Education*, 7, 129–161.
- Gräber, W, & Bolte, C (Eds.) (1997). *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

- Klopfer, L. (1971). "Evaluation of learning in science". In B. Bloom, J. Hastings, & G. Madaus (Eds.), *Handbook of Summative and Formative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill, pp. 559–641.
- Klopfer, L.E. (1976). "A structure for the affective domain in relation to science education". *Science Education*, 60, 299-312.
- Koballa, T., Kemp, A. & Evans, R. (1997). "The spectrum of scientific literacy". *The Science Teacher*, 64 (7), 27–31.
- Kuhn, D. (1992). "Thinking as argument". *Harvard Educational Review*, 62 (2), 155–178.
- LaForgia, J. (1988). "The affective domain related to science education and its evaluation". *Science Education*, 72 (4), 407-421.
- Law, N. (2002). "Scientific literacy: Charting the terrains of a multifaceted enterprise". *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 2, 151–176.
- Mayer, V.J. (Ed.) (2002). *Global Science Literacy*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mayer, V.J., & Kumano, Y. (2002). "The philosophy of science and global science literacy". In V.J. Mayer (Ed.), *Global Science Literacy*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London, United Kingdom: King's College London, School of Education.
- Norris, S. & Phillips, L. (2003). "How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy". *Science Education*, 87 (2), 224–240.
- OCDE (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris: OECD.
- OCDE (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical, and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- OCDE (2001). *Knowledge and Skills for Life. First Results from PISA 2000*. Paris: OECD.
- OCDE. (2003a). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). Summary of the final report "Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society"*. Paris, OECD.

- OEDE (2003b). *The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- OEDE (2004). *Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. Paris: OECD.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). "Enhancing the quality of argumentation in school science". *School Science Review*, 82 (301), 63-70.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). "Attitudes towards science: a review of the literature and its implications". *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049–1079.
- Rickinson, M. (2001). "Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence". *Environmental Education Research*, 7 (3), 207-208.
- Roberts, D. (1983). *Scientific Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs*. Ottawa, Canada: Science Council of Canada.
- Schibeci, R.A. (1984). "Attitudes to science: An update". *Studies in Science Education*, 11, 26–59.
- UNESCO (1993). *International Forum on Scientific and Technological Literacy for All. Final Report*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2003). "UNESCO and the international decade of education for sustainable development (2005–2015)". *UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*, Vol. XXVIII, no. 1–2.
- UNESCO (September, 2005). *International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development*. Paris: UNESCO.
- Weaver, A. (2002). "Determinants of environmental attitudes: A five-country comparison". *International Journal of Sociology*, 32 (1), 77-108.

GRUPS D'EXPERTS

Grup d'experts en ciències

President
Rodger Bybee
Biological Sciences Curriculum Study
Colorado Springs
Estats Units

Ewa Bartnik
University of Warsaw
Varsòvia
Polònia

Peter Fensham
Monash University
Queensland
Austràlia

Paulina Korsnakova
Department of Educational Measurement
Bratislava
República Eslovaca

Robert Laurie
Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick
Nova Brunsvic
Canadà

Svein Lie
University of Oslo
Blindern
Noruega

Pierre Malléus
l'Education nationale
Champigneulles
França

Michelina Mayer
Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema dell'Istruzione
Roma
Itàlia

Robin Millar
University of York
York

Regne Unit

Yasushi Ogura
National Institute for Educational Policy Research
Tòquio
Japó

Manfred Prenzel
Universität Kiel
Kiel
Alemanya

Andrée Tiberghien
Université Lyon
Ste Foy les Lyon
França

Grup d'experts en comprensió lectora

President
John de Jong
Language Testing Services
Oranjestraat
Països Baixos

Irwin Kirsch
Educational Testing Service
Princeton, New Jersey
Estats Units

Marilyn Binkley
National Center for Educational Statistics
Washington, DC.
Estats Units

Alan Davies
University of Edinburgh
Escòcia
Regne Unit

Stan Jones
Statistics Canada
Nova Escòcia
Canadà

Dominique Lafontaine
Université de Liège
Liège
Bèlgica

Pirjo Linnakylä
University of Jyväskylä
Jyväskylä
Finlàndia

Martine Rémond
IUFM de Créteil et université Paris 8
Andresy
França

Grup d'experts en matemàtiques

President
Jan de Lange
Utrecht University
Utrecht
Països Baixos

Werner Blum
University of Kassel
Alemanya

John Dossey
Illinois State University
Eureka, Illinois
Estats Units

Zbigniew Marciniak
Warsaw University
Varsòvia
Polònia

Mogens Niss
IMFUFA, Roskilde University
Roskilde
Dinamarca
Yoshinori Shimizu
University of Tsukuba
Tsukuba-shi, Ibaraki
Japó