

01 Documents

Marc conceptual per a l'avaluació PISA 2003



El document és la traducció de *The PISA 2003 Assessment Framework (Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills)*, publicat per l'OCDE el 2003.

Traducció de l'anglès: Carme Rei Granger

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

Barcelona, desembre 2004

ÍNDEX

PRÒLEG	6
INTRODUCCIÓ	
Visió general.....	8
Característiques bàsiques de l'Estudi PISA 2003.....	11
Originalitat del projecte PISA.....	13
Visió general del que s'avalua en cada àmbit de coneixement.....	15
Realització de l'avaluació del 2003 i presentació dels resultats.....	18
Els qüestionaris de context i la seva utilització.....	19
Elaboració conjunta del projecte PISA/OCDE i dels seus marcs d'avaluació.....	21
CAPÍTOL 1. NIVELLS DE COMPETÈNCIA MATEMÀTICA	
Definició de l'àmbit de coneixement.....	24
Base teòrica per al marc conceptual de matemàtiques de PISA/OCDE.....	26
Organització de l'àmbit de coneixement.....	31
Situacions o contextos.....	33
Contingut matemàtic: Les quatre "subdimensions".....	35
Processos matemàtics.....	40
Avaluació de la competència matemàtica.....	53
Característiques de les proves.....	53
Estructura de l'avaluació.....	57
Presentació dels resultats de matemàtiques.....	58
Suports i eines.....	60
Conclusió.....	60
Exemples addicionals.....	62
Unitat 1: EL FAR.....	62
Unitat 2: TARIFES POSTALS.....	67
Unitat 3: BATECS DEL COR.....	70
Unitat 4: PAGAMENTS PER SUPERFÍCIE.....	72
Unitat 5: ESTATURA DE L'ALUMNAT.....	75
Unitat 6: EL GRONXADOR.....	77
Unitat 7: EL DIPÒSIT D'AIGUA.....	79
Unitat 8: TEMPS DE REACCIÓ.....	81
Unitat 9: CONSTRUINT BLOCS.....	85
Unitat 10: CONCENTRACIONS D'UN FÀRMAC.....	90
Unitat 11: L'EDIFICI CARGOLAT.....	94
Unitat 12: EL CONCERT DE ROCK.....	99
Unitat 13: PASSADISSOS MÒBILS.....	101
Elaboració de les subdimensions matemàtiques.....	103
Quantitat.....	103
Espai i forma.....	107
Canvi i relacions.....	109
Incertesa.....	113

CAPÍTOL 2. NIVELLS DE COMPETÈNCIA EN COMPRESIÓ LECTORA

Definició de l'àmbit de coneixement.....	119
Format del text.....	120
Textos continus.....	120
Textos discontinus.....	121
Característiques de les proves.....	123
Cinc processos	123
Tipus de pregunta.....	128
Puntuació.....	129
Situacions.....	130
Presentació de resultats.....	131
Escala per a les proves de competència en comprensió lectora.....	131
Presentació dels resultats.....	132
Elaboració d'un mapa d'ítems.....	134
Nivells de competència en comprensió lectora.....	137

CAPÍTOL 3. NIVELLS DE COMPETÈNCIA CIENTÍFICA

Definició de l'àmbit de coneixement.....	144
Organització de l'àmbit.....	147
Coneixement científic o contextos.....	148
Processos científics.....	150
Situacions: àmbits d'aplicació.....	151
Característiques de la prova i exemples.....	153
Unitat 1: DETINGUIN AQUEST GERMEN!.....	154
Unitat 2: PETER CAIRNEY.....	156
Unitat 3: BLAT DE MORO.....	160
Estructura de l'avaluació.....	163
Escala de presentació de resultats.....	165
Altres qüestions.....	167

CAPÍTOL 4. NIVELLS DE COMPETÈNCIA EN LA RESOLUCIÓ DE PROBLEMES

Introducció.....	168
Antecedents.....	168
Definició de l'àmbit de coneixement.....	170
Organització de l'àmbit de coneixement.....	172
Tipus de problemes.....	173
Unitat 1: DIGUI NO AL DOLOR!.....	176
Unitat 2: GESTIÓ DE VENDES DE CD.....	181
Unitat 3: BOMBA DE BICICLETA.....	186
Resum dels tipus de problemes.....	188
Processos de resolució de problemes.....	188
Situacions.....	190
Situació de la resolució de problemes en l'estudi PISA 2003.....	190
Competències clau.....	190

La resolució de problemes en les tendències de l'ocupació i en la demanda d'habilitats.....	191
Característiques de l'avaluació.....	195
Accessibilitat i equitat.....	195
Ús de la calculadora.....	195
Tipus de pregunta.....	196
Preguntes d'elecció múltiple.....	196
Preguntes de resposta tancada.....	197
Preguntes de resposta oberta.....	197
Grups o unitats de preguntes.....	198
Guies de correcció.....	198
Estructura general de l'avaluació.....	199
Anàlisi i presentació dels resultats.....	200
Ampliacions potencials del marc conceptual per a futurs cicles PISA/OCDE.....	201
La puntuació de problemes utilitzant dos dígitos.....	201
Resolució de problemes en grup.....	201
Resolució de proves per ordinador.....	202
Exemples addicionals.....	203
Unitat 4: PILES.....	204
Unitat 5: CORRONS.....	208
Unitat 6: VENDA DE LLIBRES.....	214
BIBLIOGRAFIA.....	218
GRUPS D'EXPERTS.....	224

PRÒLEG

El Projecte Internacional per a la Producció d'Indicadors de Rendiment de l'Alumnat (PISA), creat l'any 1997, constitueix un compromís per part dels governs dels països membres de l'OCDE per establir un seguiment dels resultats dels sistemes educatius pel que fa al rendiment de l'alumnat, dins d'un marc internacional comú. El projecte PISA/OCDE constitueix, sobretot, un esforç de col·laboració que uneix els coneixements científics dels països participants i que està dirigit de manera conjunta pels governs respectius, a partir d'interessos polítics comuns. Els països participants s'encarreguen dels aspectes del projecte relacionats amb la política educativa. A més, els experts dels països col·laboren també en grups de treball encarregats d'unir els objectius polítics del projecte PISA amb els coneixements tècnics i de contingut més avançats en el camp de les avaluacions comparatives a escala internacional. A través de la participació en aquests grups d'experts, els països garanteixen que els instruments d'avaluació del projecte PISA/OCDE adquireixin validesa internacional i tinguin en compte el context cultural i curricular de cadascun dels països membres de l'OCDE, a més de posseir propietats de mesura sòlides i de posar en relleu la seva autenticitat i validesa educatives.

El projecte PISA 2003 constitueix la continuació del pla de processament de dades adoptat el 1997 pels països de l'OCDE. Els àmbits de coneixement avaluats parteixen dels tinguts en compte en el projecte PISA 2000. No obstant això, mentre que en el PISA 2000 es va posar èmfasi en l'avaluació de la comprensió lectora, en el PISA 2003 s'incideix en la competència matemàtica, definida com la capacitat dels estudiants per reconèixer, comprendre i participar en les matemàtiques i opinar amb fonament sobre el paper que desenvolupen les matemàtiques en la vida diària. A més, com a nou element del projecte PISA, s'ha afegit l'avaluació de la capacitat de resolució de problemes, definida com l'habilitat dels estudiants a l'hora d'utilitzar processos cognitius per resoldre problemes interdisciplinaris sense una solució òbvia.

Aquesta publicació presenta els principis que guien l'avaluació PISA 2003, descrita en funció dels continguts que els estudiants necessiten adquirir, els processos que han de realitzar i el context en què s'apliquen els coneixements i habilitats adquirides. També il·lustra els àmbits d'avaluació mitjançant diferents exemples. Aquests han estat desenvolupats per comitès d'experts sota la direcció de Raymond Adams, Barry McCrae, Ross Turner i Margaret Wu, membres del Australian Council for Educational Research (ACER, Consell Australià d'Investigació Educativa). El comitè de Matemàtiques el va dirigir Jan de Lange, de la Universitat d'Utrecht (Països Baixos); el comitè d'experts en Comprensió lectora va estar dirigit per Irwin Kirsch, del Educational Testing Service (ETS, Servei d'Avaluació Educativa dels Estats Units); Wynne Harlen, del Regne Unit, va dirigir el comitè d'experts en Ciències; i el comitè d'experts en Resolució de problemes va estar dirigit per John Dossey, de l'Illinois State University (Universitat de l'Estat d'Illinois, Estats Units). En l'apèndix d'aquesta publicació s'esmenten els noms dels membres dels grups

d'experts. Els marcs conceptuals han estat examinats també per comitès d'experts de cadascun dels països participants.

Aquesta publicació ha estat preparada per la Direcció d'Educació de l'OCDE, sota la direcció de Andreas Schleicher i Claudia Tamassia. Es publica sota la responsabilitat del secretari general de l'OCDE.

INTRODUCCIÓ

Visió general

El Projecte Internacional per a la Producció d'Indicadors de Rendiment de l'Alumnat (PISA) de l'OCDE representa un esforç de col·laboració entre els països membres de l'OCDE per mesurar el nivell de competència de l'alumnat de 15 anys —per tant, aproximant-se al final de l'escolaritat obligatòria— davant els desafiaments de les societats actuals. L'avaluació PISA/OCDE adopta un enfocament ampli per avaluar el coneixement i les habilitats que reflecteixen els canvis actuals dels currículums, superant l'enfocament basat en l'escola i tenint en compte la utilització del coneixement en les tasques i desafiaments de cada dia. Aquestes habilitats reflecteixen la capacitat dels estudiants per a continuar aprenent al llarg de la seva vida, a aplicar en un context no escolar el que han après a l'escola, a valorar les seves eleccions i a prendre les seves decisions. L'avaluació, dirigida conjuntament pels governs participants, uneix les preocupacions de política educativa dels països participants amb les competències científiques disponibles tant a nivell nacional com internacional.

El projecte PISA/OCDE combina l'avaluació d'àmbits de coneixement específics com la comprensió lectora, i la competència en matemàtiques i ciències amb la d'importants àmbits transversals que també constitueixen una prioritat als països de l'OCDE. Aquestes àmbits s'estudien mitjançant una avaluació de l'aprenentatge autoregulat i les tecnologies de la informació, que es complementen l'any 2003 amb una avaluació de la competència per resoldre problemes. Els resultats s'associen posteriorment amb la informació de context dels estudiants, famílies i institucions, recollida a través dels qüestionaris. El projecte PISA/OCDE es basa en: i) mecanismes sòlids per garantir la qualitat de la traducció, del mostreig i de la recollida de dades; ii) mesures per aconseguir una àmplia representativitat cultural i lingüística en els materials de l'avaluació, especialment a través de la participació dels països en els processos d'elaboració i posada a punt i en les comissions de revisió cultural; i iii) la metodologia més recent per a l'anàlisi de dades. La combinació d'aquestes mesures produeix instruments d'alta qualitat i resultats amb alts nivells de validesa i fiabilitat, que milloren la comprensió dels sistemes educatius i de les característiques dels estudiants.

El projecte PISA/OCDE es basa en un model dinàmic d'aprenentatge en el qual els nous coneixements i les habilitats necessàries per a adaptar-se amb èxit a un món canviant es van adquirint al llarg de tota la vida. El projecte PISA/OCDE se centra en les coses que els estudiants de 15 anys necessitaran en el futur i pretén valorar el que són capaços de fer amb el que han après. L'avaluació està fonamentada —que no limitada— en el denominador comú dels currículums nacionals. Així, al mateix temps que avalua els coneixements dels estudiants, el projecte PISA/OCDE també examina la seva capacitat per reflexionar i aplicar el seu coneixement i la seva experiència en assumptes del món real. Per exemple, per entendre i avaluar els consells científics sobre seguretat en l'alimentació, un adult no només necessitarà conèixer algunes dades bàsiques sobre la composició dels nutrients, sinó que també haurà de

ser capaç d'aplicar aquesta informació. S'utilitza el terme *competència* per condensar aquesta concepció àmplia dels coneixements i habilitats.

El projecte PISA/OCDE va ser ideat per recollir informació d'una manera ràpida i eficient al llarg de cicles de tres anys. Presenta dades sobre la competència en comprensió lectora, matemàtica i científica de l'alumnat, de les escoles i dels països, proporciona noves perspectives sobre els factors que influeixen en el desenvolupament d'aquestes habilitats a casa i a l'escola i 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 del projecte PISA 2003. Està constituït pel marc conceptual per a l'avaluació de la competència en comprensió lectora i científica de l'estudi PISA 2000, un marc conceptual ampliat per a l'avaluació en profunditat de la competència matemàtica, així com el marc conceptual per a la nova avaluació de la resolució de problemes com a competència transversal. Dins de cada àmbit de coneixement, el marc conceptual defineix els continguts que els estudiants necessiten adquirir, els processos que han de realitzar-se i el context en què s'apliquen els coneixements i les habilitats. Finalment, il·lustra els àmbits de coneixement i les seves facetes mitjançant exemples.

Esquema 1. Què és el projecte PISA/OCDE? Característiques bàsiques

Principis

- Una avaluació estandarditzada desenvolupada internacionalment i de manera conjunta pels països participants i aplicada a l'alumnat de 15 anys escolaritzats en els seus centres educatius.
- Un estudi aplicat en 43 països en el primer cicle (32 en 2000 i 11 en 2002) i en 42 països en el segon cicle (2003).
- Per regla general s'examinen entre 4.500 i 10.000 estudiants en cada país.

Continguts

- El projecte PISA/OCDE 2003 engloba els àmbits de comprensió lectora, matemàtiques i ciències no només en l'aspecte relatiu al domini del currículum escolar, sinó també en allò que es refereix a les habilitats i coneixements necessaris en la vida adulta. L'examen de les competències transversals segueix sent part integral del projecte PISA/OCDE a través de l'avaluació d'una nova àmbit de coneixement: la resolució de problemes.
- Es presta especial atenció al domini dels procediments, a la comprensió dels conceptes i a la capacitat per actuar en diferents situacions dins de cada àmbit de coneixement.

Mètodes

- Per dur a terme l'avaluació de cada estudiant, que dura un total de dues hores, s'utilitzen les proves per escrit, de llapis i paper.
- Les proves utilitzen una combinació de preguntes d'elecció múltiple i preguntes que exigeix a l'alumnat l'elaboració de les seves pròpies respostes. Les preguntes s'organitzen en grups entorn d'un text que descriu una situació de la vida real.
- S'han elaborat proves per a un total de 7 hores, i cada alumne/a contestarà a una combinació diferent d'exercicis.
- L'alumnat també respon a un qüestionari de context, d'uns 20-30 minuts de durada, mitjançant el qual aporten informació sobre si mateixos i la seva família. Els directors dels centres reben un qüestionari de 20 minuts amb preguntes sobre el seu centre.

Cicle d'avaluació

- L'avaluació té lloc cada tres anys: 2000, 2003 i 2006.
- Cadascun d'aquests cicles estudia en profunditat un àmbit «principal» al qual es dediquen dos terços del temps de les proves, mentre que l'altre terç de les proves proporcionen un perfil resumit de les habilitats en altres àmbits. Els àmbits de coneixement principals són en el 2000 la comprensió lectora, en el 2003 les matemàtiques i en el 2006 les ciències.

Resultats

- Un perfil bàsic dels coneixements i habilitats entre l'alumnat de 15 anys.
- Uns Indicadors contextuals que relacionen els resultats amb les característiques de l'alumnat i dels centres educatius.
- Uns Indicadors de tendència que mostren els canvis en els resultats al llarg del temps.
- Una valuosa base de coneixements per a l'anàlisi i la investigació de les polítiques educatives.

Característiques bàsiques de l'Estudi PISA 2003

El projecte PISA 2003 és el segon cicle del pla de recollida de dades definit en 1997 pels països participants. La publicació *Measuring Student Knowledge and Skills – A New Framework for Assessment* (OCDE, 1999), editada a Espanya amb el títol *La medida de los conocimientos i destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación*, va presentar el marc conceptual que va servir de base per al primer cicle, conegut com a PISA 2000. Els resultats d'aquest primer cicle, presentats el desembre de 2001 en la publicació *Knowledge and Skills for Life – First Results from PISA 2000* (OCDE, 2001)¹, el resum del qual ha estat editat a Espanya amb el títol *Conocimientos y destrezas para la vida: Primeros resultados del Proyecto PISA 2000*, permet que els creadors de polítiques educatives nacionals comparin el funcionament dels seus sistemes educatius amb els d'altres països. De manera similar a l'estudi PISA 2000, l'estudi 2003 engloba els àmbits de comprensió lectora, matemàtiques i ciències, però canvia el seu centre d'atenció de la comprensió lectora a les matemàtiques. A més, examina la capacitat de l'alumnat per resoldre problemes en escenaris de la vida real a través de l'avaluació de la resolució de problemes. L'alumnat ha de contestar també a un qüestionari de context i les autoritats del centre proporcionen informació addicional. En l'avaluació PISA 2003 s'espera que participin 42 països, dels quals 30 són membres de la OCDE.

Atès que l'objectiu del projecte PISA/OCDE consisteix en l'avaluació del rendiment acumulat dels sistemes educatius en una edat en la qual l'escolarització és obligatòria, la prova se centra en joves de 15 anys matriculats en centres educatius d'ensenyament bàsic obligatori i de formació professional. Entre 5.000 i 10.000 alumnes d'almenys 150 centres docents realitzaran les proves en cada país, la qual cosa aportarà una mostra suficient a partir de la qual es puguin desglossar els resultats d'acord amb una sèrie de característiques de l'alumnat.

L'objectiu primordial de l'avaluació PISA/OCDE és determinar en quin grau els joves han adquirit les habilitats i els coneixements generals de comprensió lectora, matemàtiques i ciències que necessitaran en la vida

¹ Aquesta publicació es pot trobar a l'adreça www.pisa.oecd.org.

adulta. A més, l'avaluació de les competències transversals s'ha inclòs com a part integral del projecte PISA 2003 a través de l'avaluació de la capacitat de resolució de problemes. Els motius principals per utilitzar aquest tipus d'enfocament ampli són els següents:

- Tot i que l'adquisició de coneixements específics és important durant el període d'aprenentatge escolar, l'aplicació d'aquest coneixement en la vida adulta depèn de manera decisiva de l'adquisició d'unes habilitats i nocions més àmplies. En matemàtiques, quan es tracta d'aplicar-les a les situacions de la vida diària, és més important la capacitat de l'alumne per establir un raonament quantitatiu i representar relacions o interdependències, que saber respondre a les preguntes típiques dels llibres de text. En comprensió lectora, les habilitats principals són la capacitat per desenvolupar interpretacions del material escrit i reflexionar sobre el contingut i les característiques dels textos. En ciències, a l'hora de reflexionar sobre les qüestions de debat en la comunitat adulta, els coneixements específics, per exemple els noms de plantes i animals, resulten de menor valor que la comprensió de temes més amplis, com el consum d'energia, la biodiversitat i la salut dels éssers humans. En resolució de problemes, constitueixen habilitats bàsiques per l'aprenentatge futur la capacitat per reconèixer un problema, formular la seva naturalesa exacta, utilitzar aquest coneixement per plantejar una estratègia de resolució, afinar la solució perquè s'adapti millor al problema original i comunicar la solució a altres persones.
- En un context internacional, centrar-se en els continguts del currículum obligaria a centrar l'atenció en els elements curriculars comuns a tots o a la majoria dels països. Això implicaria fer moltes concessions i donaria com a resultat una avaluació massa limitada, que no seria profitosa per a uns governs que desitgen conèixer la solidesa i innovació dels sistemes educatius d'altres països.
- L'alumnat necessita desenvolupar certes habilitats àmplies i generals. Entre elles es compten la comunicació, l'adaptabilitat, la flexibilitat, la capacitat per solucionar problemes i la utilització de les tecnologies de la informació. Aquestes habilitats es desenvolupen al llarg del currículum i la seva avaluació precisa d'una perspectiva transversal.

L'alumnat no pot aprendre a l'escola tot allò que necessitarà saber en la seva vida adulta. Per tant, el que necessita adquirir són els requisits previs per a un aprenentatge futur profitós. Els estudiants han de ser capaços d'organitzar i regular el seu propi aprenentatge, d'aprendre en solitari o en grup i de superar dificultats en el procés d'aprenentatge. I per a això hauran de ser conscients dels seus processos de pensament, dels seus mètodes i estratègies d'aprenentatge. A més, la necessitat de continuar aprenent es presenta cada vegada més en situacions que les persones han de treballar en grup i dependre unes d'altres. Per avaluar aquests aspectes, en l'estudi PISA 2000 es va incloure com a component opcional un instrument per obtenir informació sobre l'autoaprenentatge que també s'inclourà en l'estudi PISA 2003.

El projecte PISA/OCDE no és únicament una avaluació internacional de les habilitats dels estudiants de 15 anys en comprensió lectora, matemàtiques i ciències. És també un projecte permanent que, a llarg termini, conduirà al desenvolupament d'un corpus d'informació útil per controlar l'evolució dels coneixements i habilitats dels estudiants de diversos països, així com dels diferents subgrups demogràfics de cada país. En cada cicle s'avaluarà en profunditat un dels àmbits de coneixement, al qual es dedicaran dues terceres parts del temps de la prova. En el 2000, l'àmbit de coneixement principal va ser la comprensió lectora; en el 2003 han estat les matemàtiques, i en el 2006 seran les ciències. Això proporcionarà en cada àmbit una anàlisi detallada del rendiment de l'alumnat cada nou anys i una anàlisi més succinta de la seva evolució en el temps cada tres anys.

Com en l'estudi PISA 2000, el temps total amb el qual compten els estudiants en el PISA 2003 per realitzar les proves és de dues hores; no obstant, la informació s'obté a partir de gairebé set hores de preguntes d'avaluació. El conjunt total de preguntes es presenta en diferents quadernets d'avaluació. Cada quadernet ha de contestar-lo un número suficient d'estudiants per poder estimar els nivells de rendiment a totes les preguntes per part dels estudiants de cada país i dels subgrups d'interès dins de cada país (com homes i dones, i estudiants de diferents estrats socials i econòmics). Els estudiants hauran de dedicar també 30 minuts a contestar un qüestionari de context.

L'avaluació PISA/OCDE proporciona tres grans tipus de resultats:

- *indicadors bàsics*, que ofereixen un perfil bàsic dels coneixements i les habilitats de l'alumnat;
- *indicadors contextuals*, que mostren la relació existent entre tals habilitats i determinades variables demogràfiques, socials, econòmiques i educatives;
- *indicadors de tendències*, que sorgeixen de la naturalesa contínua de la recollida de dades i que mostren els canvis produïts en els resultats i en la distribució, i en les relacions entre els nivells dels resultats de l'alumnat i les variables de l'entorn educatiu d'aquest alumnat.

Si bé els indicadors representen un mitjà adequat per cridar l'atenció sobre temes rellevants, no solen ser útils per respondre a les qüestions que es plantegen els poders públics. Per això, el projecte PISA/OCDE ha desenvolupat també un pla d'anàlisi orientat a temes de política educativa, que anirà més enllà de la informació proporcionada pels indicadors.

Originalitat del projecte PISA

El projecte PISA/OCDE no és el primer estudi comparatiu internacional del rendiment de l'alumnat. Durant els últims 40 anys s'han realitzat altres estudis, dirigits principalment per la *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA, Associació Internacional per a l'Avaluació del Rendiment Acadèmic) i la *Education Testing Service's*

International Assessment of Educational Progress (IAEP, Associació Internacional per a l'Avaluació del Progrés Educatiu del Servei d'Avaluació Educativa). Encara que la qualitat i l'abast d'aquests estudis han millorat considerablement al llarg dels anys, continuen aportant només una visió parcial i aïllada del rendiment acadèmic, centrada només en determinades àmbits de coneixement.

Encara més important resulta el fet que aquests estudis s'hagin centrat en resultats vinculats directament amb el currículum i, per tant, només en aquelles parts del currículum comunes a tots els països participants. Això implica que, en general, no s'hagin tingut en compte els aspectes curriculars específics d'un país o d'un número reduït de països, independentment de la importància d'aquesta part del currículum per als països en qüestió.

El projecte PISA/OCDE adopta un enfocament diferent en diferents aspectes importants:

- El seu *origen*: la iniciativa l'han pres els governs, i els resultats es dirigeixen a les seves preocupacions en matèria de política educativa.
- La seva *regularitat*: el compromís d'incloure múltiples àmbits d'avaluació amb actualitzacions cada tres anys permet que els països efectuïn un seguiment regular i previsible dels seus progressos per assolir els principals objectius acadèmics.
- El *grup d'edat estudiat*: l'avaluació dels joves que estan acabant el període d'escolarització obligatòria aporta un indicador molt útil del rendiment dels sistemes educatius. Encara que la major part dels joves dels països de l'OCDE continua la seva educació després dels 15 anys, aquesta edat es troba generalment pròxima al final del període d'escolarització obligatòria en el que l'alumnat segueix un currículum pràcticament comú. En aquest punt de la seva formació, resulta útil determinar el grau en què l'alumnat ha adquirit els coneixements i les habilitats que els ajudaran en el futur, incloent-hi les opcions específiques d'aprenentatge que anys més tard puguin escollir.
- Els *coneixements i habilitats avaluats*: aquests no es defineixen a partir d'un denominador comú dels currículums nacionals, sinó a partir de les habilitats que es considerin essencials per a la vida futura. Aquesta és la característica més important del projecte PISA/OCDE. Tradicionalment, els currículums s'han estructurat en gran mesura en blocs d'informació i de domini de tècniques concretes, de manera que s'han centrat menys en les habilitats que han de desenvolupar-se en cada àmbit per a la seva aplicació futura en la vida adulta i encara menys en altres competències més generals, que es desenvolupen a través del conjunt del currículum, per resoldre problemes i aplicar idees i raonaments en les situacions quotidianes. El projecte PISA/OCDE no exclou els coneixements i la comprensió basats en el currículum, però els avalua sobretot en termes de l'adquisició d'habilitats i conceptes més amplis que permeten la seva aplicació quotidiana. En qualsevol cas, el projecte PISA/OCDE no està

limitat pel denominador comú d'allò que s'ha ensenyat específicament en cada país participant.

Aquest èmfasi en l'avaluació en termes de domini funcional i de conceptes amplis resulta especialment significatiu si es té en compte l'interès dels països pel que fa al desenvolupament del capital humà, que l'OCDE defineix com a:

«els coneixements, habilitats, competències i altres atributs dels individus que són importants per al benestar personal, social i econòmic».

Les estimacions de capital humà han estat obtingudes habitualment, en el millor dels casos, mitjançant indicadors indirectes com el nivell d'educació assolit. Aquests indicadors es mostren encara més inadequats quan l'interès en el capital humà s'amplia per incloure atributs que permetin una plena participació social i democràtica en la vida adulta i que dotin l'alumnat de la preparació necessària per seguir aprenent al llarg de tota la vida.

L'avaluació directa dels coneixements i habilitats al final del període d'escolarització bàsica permet que el projecte PISA/OCDE examini el grau de preparació dels joves per a la vida adulta i, fins a cert punt, analitzi l'efectivitat dels sistemes educatius. L'objectiu del projecte consisteix a avaluar el rendiment dels sistemes educatius en relació amb els seus objectius de base (tal com els defineix la societat) i no en relació amb l'ensenyament i aprenentatge d'un conjunt de coneixements. Aquesta manera de considerar els productes de l'educació cal si es pretén animar als centres i als sistemes educatius a centrar-se en els reptes actuals.

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

El quadre A presenta una definició dels quatre àmbits de coneixement avaluades en el projecte PISA 2003. Totes les definicions emfatitzen els coneixements i habilitats funcionals que fan que una persona pugui participar a la societat de manera activa. Aquesta participació requereix més que el simple fet de ser capaç de dur a terme tasques imposades per tercers, per exemple per un patró. També implica tenir la preparació necessària per participar en els processos de presa de decisions. En els exercicis més complexos del projecte PISA/OCDE es demanarà que l'alumnat faci una reflexió i avaluació sobre el material en lloc de plantejar-los preguntes amb una única resposta «correcta».

Quadre A: Definició dels àmbits de coneixement**Competència en Matemàtiques**

La capacitat de l'estudiant per identificar i comprendre el paper que tenen les matemàtiques al món, per fer judicis ben fonamentats i per utilitzar les matemàtiques i participar-hi d'una manera que satisfaci les necessitats de la vida d'aquest individu com un ciutadà reflexiu, constructiu i compromès.

Competència en Comprensió lectora

Comprensió, utilització i reflexió de textos escrits per aconseguir els objectius personals per desenvolupar el coneixement i potencial propis i per participar en la societat.

Competència en Ciències

La capacitat per utilitzar el coneixement científic per identificar temes i per treure conclusions empíriques per tal de comprendre ajudar a formular decisions sobre el món natural i els canvis introduïts per l'activitat humana.

Competència en la Resolució de problemes

La capacitat d'un individu per utilitzar processos cognitius per tal d'afrontar situacions reals i transversals en les quals el camí de sortida no és evident d'immediat i en les quals les àrees curriculars que es puguin aplicar no provenen exclusivament del camp de les matemàtiques, o ciències o comprensió lectora.

La competència en Matemàtiques (que es tracta en el capítol 1) mostra la capacitat dels estudiants per a analitzar, raonar i transmetre idees d'una manera efectiva al plantejar, resoldre i interpretar problemes matemàtics en diferents situacions. Les matemàtiques s'avaluen tenint en compte els punts següents:

- El *contingut* matemàtic, definit principalment en termes de quatre subdimensions (*quantitat, espai i forma, canvi i relacions i incertesa*) i definit només de manera secundària en relació amb les "línies curriculars" (com els números, l'àlgebra i la geometria).
- El *procés* matemàtic, definit mitjançant les competències matemàtiques generals. Aquestes inclouen l'ús del llenguatge matemàtic, la construcció de models matemàtics i les habilitats de resolució de problemes. No obstant això, les esmentades habilitats no s'avaluen mitjançant preguntes diferents, ja que es presumeix que es necessitarà un conjunt de competències diverses per dur a terme qualsevol exercici matemàtic proposat. Per contra, les preguntes s'organitzen d'acord amb "grups de

competència” que defineixen el tipus de raonament necessari per a resoldre-les.

- Les *situacions* en les que s'utilitzen les matemàtiques, determinades a partir de la distància a la que es troben dels estudiants. El marc identifica cinc situacions: personal, educativa, professional, pública i científica.

La competència en Comprensió lectora (que es tracta en el capítol 2) es defineix en relació amb la capacitat dels estudiants per a comprendre un text escrit, utilitzar-lo i reflexionar-hi amb la finalitat d'aconseguir els seus objectius. Aquest enfocament de la comprensió lectora ja ha estat establert per estudis comparatius anteriors, com l'*International Adult Literacy Survey* (IALS, Estudi Internacional de la Competència en comprensió lectora de la Població Adulta), però el projecte PISA/OCDE ho porta encara més lluny amb la introducció d'un element “actiu”: la capacitat no només de comprendre un text sinó de reflexionar-hi a partir de les idees i experiències pròpies. La comprensió lectora s'avalua tenint en compte els punts següents:

- El *format del text*. Sovint les avaluacions sobre la comprensió lectora de l'alumnat s'han centrat en *textos continus*, és a dir, prosa organitzada en oracions i paràgrafs. El projecte PISA/OCDE proposa introduir a més els *textos no continus*, que presenten la informació estructurada de manera diferent, per exemple com llistes, formularis, gràfics o diagrames. També proposa distingir entre diferents formes de prosa, com la narració, l'exposició i l'argumentació. Aquestes distincions es basen en el principi que en la vida adulta els individus es trobaran amb una gran varietat de textos, de manera que no serà suficient en saber llegir el limitat nombre de tipus de text que es presenten habitualment en els centres educatius.
- El *procés de comprensió lectora* (aspectes). No s'avaluaran les capacitats de comprensió lectora més bàsiques de l'alumnat, ja que es pressuposa que els estudiants de 15 anys ja deuen haver-les adquirides. En el seu lloc, s'espera que els estudiants demostrin la seva capacitat per extreure la informació, desenvolupar una comprensió general del text, interpretar-lo i reflexionar sobre el seu contingut i sobre la seva forma i característiques.
- La *situació*, definida a través de l'ús al qual està destinat el text. Per exemple, una novel·la, una carta personal o una biografia s'escriuen per a un ús privat; els anuncis o documents oficials, per a un ús públic; un manual o informe, per a un ús professional; i un llibre de text o un full d'exercicis, per a un ús educatiu. Atès que alguns grups d'alumnes poden tenir un millor rendiment en una situació de comprensió lectora que en una altra, és convenient incloure una àmplia varietat de tipus de comprensió lectora en les preguntes de l'avaluació.

La competència en Ciències (que es tracta en el capítol 3) es defineix com la capacitat per utilitzar els coneixements i els processos científics no només per comprendre el món natural, sinó per participar en les decisions que l'afecten. Les ciències s'avaluen tenint en compte els punts següents:

- Els *coneixements o contextos científics*, que constitueixen els enllaços que ajuden a entendre fenòmens relacionats. Tot i que, els conceptes, en el projecte PISA/OCDE, són els habituals en la física, la química, la biologia i les ciències de la Terra i l'espai, no hauran de memoritzar-se únicament, sinó que hauran d'aplicar-se al contingut de les preguntes.
- Els *processos científics*, centrats en la capacitat per adquirir i interpretar els fets i actuar d'acord amb ells. Tres d'aquests processos inclosos en el projecte PISA/OCDE estan relacionats amb: i) la descripció, l'explicació i la predicció de fets científics; ii) la comprensió de la investigació científica; i iii) la interpretació de les proves i conclusions científiques.
- Les *situacions o contextos científics* en els que s'aplica el coneixement científic i s'utilitzen els processos científics. El marc conceptual identifica tres àmbits principals: ciències de la vida i la salut, ciències de la Terra i el medi ambient i ciències relacionades amb la tecnologia.

La competència en la Resolució de problemes (que es tracta en el capítol 4) es defineix com a la capacitat d'utilitzar processos cognitius per resoldre problemes reals interdisciplinaris quan ni la via de solució ni els àmbits curriculars o de coneixement aplicables resulten immediatament obvis. La resolució de problemes s'avalua tenint en compte els punts següents:

- El *tipus de problema*, que engloba els processos de resolució de problemes, entre ells la presa de decisions, l'anàlisi i disseny de sistemes i la detecció i resolució de problemes, aplicats en un context de problema específic, normalment allunyat de l'escenari de la classe i del currículum escolar i que s'endinsa en la vida personal, la feina i l'oci, a més a més de la comunitat i la societat.
- Els *processos de resolució de problemes*, que comporten la comprensió de la naturalesa del problema, la seva descripció, representació, resolució, reflexió i comunicació dels resultats.
- Les *situacions o contextos* de la vida real de l'alumnat en els quals s'aplicaran els diferents tipus de problemes.

Realització de l'avaluació del 2003 i presentació dels resultats

Tal com en l'estudi PISA 2000, les proves de l'estudi PISA 2003 consisteixen en instruments tradicionals de paper i llapis per raons d'índole pràctica. S'estan estudiant altres mecanismes d'avaluació per a futurs cicles. Les proves contenen preguntes de diferents tipus. Algunes requereixen que l'alumnat seleccioni o elabori respostes simples que poden ser comparades directament amb una resposta correcta única, com preguntes de resposta múltiple o preguntes de resposta tancada. Aquestes preguntes tenen una resposta clarament correcta o incorrecta i sovint avaluen habilitats d'ordre inferior. Altres preguntes són més constructives i requereixen que l'alumnat elabori la seva pròpia resposta, i han estat ideades per poder mesurar aspectes

més generals que els que solen recollir altres estudis més tradicionals. Permeten una gamma de respostes acceptables més àmplia i necessiten guies de correcció més complexes ja que està previst acceptar respostes que només són parcialment correctes.

En el projecte PISA/OCDE la competència s'avalua a través d'unitats formades per un estímul (p. ex., un text, una taula, un diagrama, un quadre, etc.) al que segueixen cert nombre d'exercicis associats a ell. Es tracta d'una característica important perquè obre la possibilitat d'utilitzar preguntes que aprofundeixen més en el tema, al contrari del que passaria si cada pregunta introduís un context totalment nou. D'aquesta manera, l'alumne té més temps per assimilar el material, que pot ser utilitzat per a avaluar múltiples aspectes del seu rendiment.

Els resultats de l'estudi PISA 2000 es van presentar a través d'unes escales de puntuació amb una mitjana de 500 i una desviació típica de 100 per a cada una de les tres àmbits de coneixement; això significa que dos tercers parts dels estudiants dels països de l'OCDE van obtenir una puntuació d'entre 400 i 600 punts. Aquestes puntuacions representen graus d'assoliment d'un determinat nivell de competència en un àmbit concret. La comprensió lectora va constituir l'àmbit de coneixement principal en PISA 2000 i les puntuacions de comprensió lectora es van repartir en cinc nivells de coneixement i habilitats. El principal avantatge d'aquesta aproximació és que descriu el que els estudiants saben fer, associant diferents exercicis a diferents nivells de dificultat. A més, els resultats es van presentar també en tres subescales de comprensió lectora: recuperació de la informació, interpretació dels textos, i reflexió i avaluació. Es van disposar també escales de nivells de competència matemàtica i de competència científica, encara que sense ser dividides en nivells de dificultat, a causa del menor volum de dades recollides en aquests àmbits de coneixement. L'estudi PISA 2003 segueix aquest mateix plantejament a l'especificar nivells en l'escala de rendiment de matemàtiques tal com s'havia fet amb la comprensió lectora en el cicle anterior. A més, intenta presentar resultats de tendència per a la comprensió lectora, les matemàtiques i les ciències, així com una nova escala de resultats per a la resolució de problemes com competència transversal. De manera similar al procediment usat en l'estudi PISA 2000 per presentar els resultats de comprensió lectora, l'estudi PISA 2003 presentarà probablement els resultats de matemàtiques a través de més d'una subescala.

Els qüestionaris de context i la seva utilització

Per recopilar informació contextual, el projecte PISA/OCDE pregunta una sèrie de qüestions de context a l'alumnat i als directors dels centres educatius, agrupats en qüestionaris d'entre 20 i 30 minuts de durada. Aquests qüestionaris² resulten de vital importància en l'anàlisi dels resultats de rendiment al permetre relacionar-los amb les característiques del centre educatiu i de l'alumnat.

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

Els qüestionaris demanen informació sobre:

- l'entorn i les característiques de l'alumnat i les seves famílies, incloent el seu nivell econòmic, social i cultural;
- les característiques de la vida de l'alumnat, com ara les seves actituds davant l'aprenentatge, els seus hàbits i el seu estil de vida al centre educatiu i a l'entorn familiar;
- les característiques dels centres educatius, en particular la qualitat dels seus recursos humans i materials, el finançament i la gestió (pública o privada), els processos de presa de decisió i les polítiques de dotació de personal;
- el context educatiu, tal com les modalitats i estructures institucionals, la mida de les classes i el grau d'implicació dels pares;
- les estratègies d'aprenentatge autoregulades de l'alumnat, les preferències de motivació i les orientacions de cara als objectius, els mecanismes cognitius relacionats amb el seu autoconcepte, les estratègies de control de les activitats, les preferències per diferents tipus de situacions d'aprenentatge, els estils d'aprenentatge i les habilitats socials necessàries per l'aprenentatge en grup;
- les característiques de l'ensenyament i de l'aprenentatge en l'àmbit de les matemàtiques, entre elles la motivació dels estudiants, el seu grau de participació i confiança en relació amb les matemàtiques, l'impacte de les estratègies d'aprenentatge sobre el seu rendiment i estereotips de gènere relacionats amb l'ensenyament i l'aprenentatge de les matemàtiques.

S'ofereixen a més, com a opcions internacionals, dos qüestionaris addicionals:

- Un *qüestionari sobre la familiaritat amb la informàtica*, centrat en: i) la disponibilitat i la utilització de la tecnologia de la informació (TIC), cosa que requereix determinar on es fa servir més la TIC i el tipus d'ús que es fa d'ella; ii) la confiança i les actituds respecte a la TIC, entre elles la autoeficàcia i l'actitud cap els ordinadors; i iii) la formació en TIC, amb especial atenció a saber on ha après l'alumnat a utilitzar els ordinadors i la Internet.
- Un *qüestionari de formació educativa* per recopilar dades en tres àmbits: i) la formació rebuda en el passat, incloent les repeticions de curs, les interrupcions de l'escolarització, els canvis de centre i els canvis de modalitat educativa; ii) la formació actual de l'alumnat en matemàtiques, amb especial atenció al tipus de classes de matemàtiques i a les puntuacions dels professors; i iii) la formació i la feina futura de l'alumnat, amb especial atenció al nivell de formació assolit i al lloc de treball previst a l'edat de 30 anys.

La informació contextual recollida mitjançant els qüestionaris de l'alumne i del centre educatiu comprèn només una part del total de la informació disponible en el projecte PISA/OCDE. L'OCDE desenvolupa i actualitza regularment indicadors que descriuen l'estructura general dels sistemes educatius (el seu context demogràfic i econòmic, per exemple, costos, matrícules, característiques dels centres educatius i del professorat i alguns processos de les classes) i la seva influència sobre el mercat laboral.

Elaboració conjunta del projecte PISA/OCDE i dels seus marcs d'avaluació

El projecte PISA/OCDE suposa un esforç de col·laboració entre els governs membres de l'OCDE per oferir un nou model d'avaluació del rendiment de l'alumnat de manera regular. Les avaluacions es desenvolupen conjuntament pels països participants i són les organitzacions nacionals les que s'encarreguen d'aplicar-les. La cooperació constructiva dels professors i directors dels centres participants ha estat decisiva per a l'èxit del projecte PISA/OCDE a tots els estadis del seu desenvolupament i aplicació.

El Consell de Països Participants, que representa a tots els països, determina les prioritats en matèria de política educativa del projecte PISA/OCDE dins del marc d'objectius de l'OCDE i vigila l'acompliment d'aquestes prioritats durant el desenvolupament del projecte. S'encarrega d'establir les prioritats per al desenvolupament d'indicadors, per a la preparació dels instruments d'avaluació i per a la presentació dels resultats. Els experts dels països participants col·laboren també en grups de treball encarregats d'unir els objectius de política educativa del projecte PISA amb els coneixements tècnics més avançats internacionalment sobre els diferents àmbits de coneixement a avaluar. Al participar en aquests grups d'experts, els països s'asseguren que els instruments siguin vàlids internacionalment i tinguin en compte els contextos culturals i educatius dels països membres de l'OCDE. També garanteixen que els materials d'avaluació tinguin unes qualitats de mesura sòlides i que els instruments posin èmfasi en l'autenticitat i validesa educativa.

Els països participants porten a la pràctica el projecte PISA/OCDE a escala nacional a través dels Coordinadors Nacionals del Projecte d'acord amb els procediments acordats. Els coordinadors nacionals desenvolupen un paper fonamental a l'hora de garantir la màxima qualitat en l'aplicació del projecte i verifiquen i avaluen els resultats dels estudis, anàlisis, informes i publicacions.

El disseny i la realització de l'estudi, dins del marc establert pel Consell de Països Participants, s'encarrega a un *consorci internacional* dirigit pel *Australian Council for Educational Research* (ACER, Consell Australià d'Investigació Educativa). Altres socis d'aquest consorci són l'Institut Nacional Holandès d'Investigació Educativa (CITO), l'empresa nord-americana WESTAT i el Educational Testing Service (ETS, Servei d'Avaluació Educativa, dels Estats Units) i l'Institut d'Investigació sobre Política Educativa del Japó (NIER).

El Secretariat de l'OCDE és l'encarregat general de la gestió del programa, controla la seva realització dia a dia, actua com secretariat del Consell de Països Participants, acosta les postures entre els països i exerceix d'interlocutor entre el Consell de Països Participants i el consorci internacional encarregat de la realització pràctica del projecte. El Secretariat de l'OCDE s'encarrega també de l'elaboració dels indicadors i de l'anàlisi i preparació de les publicacions i informes internacionals en col·laboració amb el consorci PISA/OCDE i en contacte directe amb els països membres, tant en el referent a la política educativa (Consell de Països Participants) com en el relatiu a la realització (coordinadors nacionals del projecte).

El desenvolupament dels marcs conceptuals del projecte PISA/OCDE s'ha dut a terme de manera continuada des que es va crear el programa en el 1997 i pot descriure's com la successió dels següents passos:

- elaboració d'una definició de treball per a l'àmbit de coneixement juntament amb la descripció dels supòsits en què es basa l'esmentada definició;
- valoració de la manera d'organitzar les tasques per poder informar als investigadors i als encarregats de les polítiques educatives sobre el rendiment de l'alumnat en cadascun dels àmbits de coneixement avaluats, juntament amb la identificació de les característiques clau que han de tenir-se en compte a l'hora d'elaborar els exercicis d'avaluació destinats a un ús internacional;
- determinació de les característiques bàsiques que s'utilitzaran en l'elaboració de les proves, amb definicions basades en la bibliografia existent i en l'experiència en la realització d'altres avaluacions a gran escala;
- validació d'aquestes variables i valoració de la contribució de cadascuna d'elles en la dificultat de l'exercici en els diferents països participants;
- preparació d'un esquema d'interpretació dels resultats.

Encara que l'avantatge principal que aporta elaborar i validar un marc conceptual per a cada un dels àmbits de coneixement és una millora de la mesura, es donen a més uns altres beneficis potencials:

- Un marc conceptual proporciona un vehicle i un llenguatge comuns per a debatre el propòsit de l'avaluació i el que es pretén mesurar. Aquest debat fomenta el desenvolupament d'un consens sobre el marc conceptual i els objectius del mesurament.
- Una anàlisi de les habilitats i dels tipus de coneixement associats a un rendiment positiu aporta la base necessària per establir estàndards o nivells de competència. Conforme avança la comprensió del que s'està avaluant i la capacitat per interpretar els resultats sobre una escala concreta, es pot

desenvolupar una base empírica per a transmetre un conjunt més ric d'informació als diferents tipus de públic als que es dirigeix el projecte.

- La identificació i comprensió de les variables concretes que constitueixen la base d'un rendiment positiu incrementa la capacitat per avaluar el que s'està mesurant i realitzar canvis en l'avaluació al llarg del temps.
- La comprensió del que s'està mesurant i la seva connexió amb el que comentem sobre els estudiants proporciona un important vincle entre la política educativa pública, l'avaluació i la investigació, cosa que, al seu torn, reforça la utilitat de les dades recollides.

CAPÍTOL 1

NIVELLS DE COMPETÈNCIA MATEMÀTICA

L'objectiu de l'avaluació PISA/OCDE és el desenvolupament d'indicadors que permetin determinar en quina mesura els diferents sistemes educatius dels països participants han preparat als estudiants de 15 anys per desenvolupar un paper constructiu com a ciutadans dins de la societat. En lloc de limitar-se al contingut curricular que puguin haver après els estudiants, l'avaluació se centra a determinar si els estudiants són capaços d'utilitzar el que han estudiat en situacions similars a les que probablement s'hauran d'enfrontar en la seva vida diària.

Definició de l'àmbit de coneixement

L'àmbit de competència en matemàtiques de PISA/OCDE 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/OCDE 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 per a que resultin útils.

La competència matemàtica d'acord amb el projecte PISA/OCDE 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, quantitatius, 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 del projecte PISA/OCDE 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.

Dins del projecte PISA/OCDE la definició de *competència matemàtica* 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.

Competència matemàtica...

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 món...

El terme *món* significa l'entorn natural, social i cultural on habita l'individu. Com va postular 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).

... utilitzar i participar...

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 seguir estudiant-les, i els elements estètics i d'esplai de les matemàtiques.

... *la seva vida*...

L'expressió "*la seva vida*" inclou la seva vida privada, 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 del projecte PISA/OCDE.

Base teòrica per al marc conceptual de les matemàtiques de PISA/OCDE

La definició de competència matemàtica del projecte PISA/OCDE 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 dins del projecte PISA/OCDE s'il·lustren mitjançant l'exemple següent.

Exemple 1: EL FANAL

L'ajuntament ha decidit col·locar un fanal en un petit jardí triangular per tal que l'il·lumini en la seva totalitat. On s'hauria de col·locar?

Aquest problema de tipus social pot resoldre's mitjançant l'estratègia general utilitzada pels matemàtics i que dins d'aquest marc conceptual es denomina *matematitzar*. L'activitat de matematitzar es pot descriure a partir de cinc aspectes que la componen:

1. Començar amb un problema emmarcat en la realitat:

Localitzar en quin lloc del jardí s'ha d'ubicar el fanal.

2. Sistematitzar el problema segons conceptes matemàtics:

El jardí pot representar-se com un triangle i la il·luminació produïda com un cercle en el centre del qual es troba el fanal.

3. De manera gradual, reduir la realitat mitjançant procediments com la consideració de quins són els trets importants del problema, la generalització i formalització (i amb això es potencien els trets matemàtics de la situació i es transforma el problema real en un problema matemàtic que representa fidelment la situació):

El problema queda reduït a localitzar el centre d'un cercle que circumscriu un triangle.

4. Resoldre el problema matemàtic:

Partint del fet que el centre del cercle circumscriu al triangle es troba en el punt d'intersecció de les mediatrises, traça les mediatrises de dos costats qualssevol del triangle. El punt d'intersecció de les mediatrises constitueix el centre de la circumferència.

5. Donar sentit a la solució matemàtica en termes de la situació real:

Relacionar la solució amb la situació real del jardí. Reflexionar sobre la solució i reconèixer, per exemple, que si una de les tres cantonades del jardí fora un angle obtús, aquesta solució no seria correcta, ja que la ubicació del fanal quedaria fora del jardí. Reconèixer que la situació i la mida dels arbres del parc són altres factors que afecten la possibilitat d'aplicació de la solució matemàtica.

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 en el futur immediat, 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 a 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.

El problema pràctic al qual s'enfronta el projecte PISA/OCDE resideix en com avaluar si els estudiants de 15 anys posseeixen o no una competència matemàtica en termes de la seva habilitat per a matematitzar. Tanmateix, això resulta difícil en una prova cronometrada ja que, per a les situacions reals més complexes, el procés d'abstracció de la realitat a les matemàtiques i a la inversa, sovint implica treballar en grup i saber trobar els recursos apropiats, i això necessita un temps considerable.

Per il·lustrar el procés de la matematització en un exercici complex de resolució de problemes, vegi's l'exemple 2, *Tauler de fira*, un exercici realitzat per estudiants de vuitè curs (que correspon al segon d'educació secundària obligatòria a Espanya) (Romberg, 1994):

Exemple 2: TAULER DE FIRA

En una fira, els jugadors llancen monedes sobre un tauler de quadrats. Si la moneda cau tocant una línia divisòria, el jugador la perd. Si roda i cau fora del tauler, la recupera. Però si la moneda queda totalment dins d'un quadrat, el jugador recupera la moneda i s'emporta un premi.

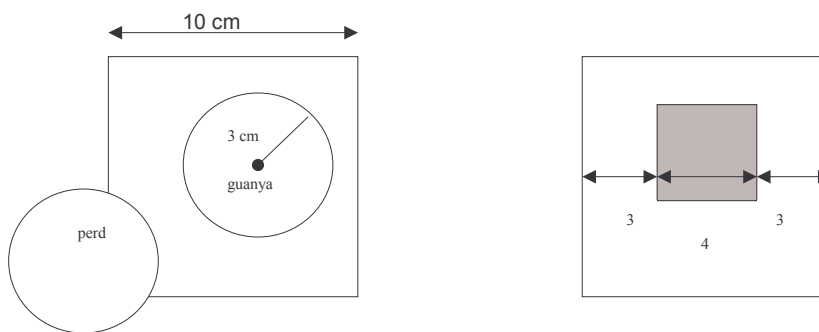
Quina és la probabilitat de guanyar en aquest joc?



Aquest és un exercici que s'emmarca clarament en la realitat. En primer lloc els estudiants es van adonar que la probabilitat de guanyar depenia de la mida relativa dels quadrats i de la moneda (identificant així les variables importants). Tot seguit, per transformar el problema real en un matemàtic, es van adonar que podia ser més fàcil resoldre-ho si investigaven la relació d'un únic quadrat i un cercle més petit que aquest (reduint la realitat). A continuació, van decidir elaborar un exemple específic (utilitzant un mètode heurístic de resolució de problemes: «si no saps resoldre el problema que es presenta, resol un que puguis»). Cal tenir present que el que ve a continuació es va realitzar arran d'aquest exemple específic, no del tauler, el premi, etc. En l'exemple, van fer que el radi de la moneda fos de 3 cm i el costat dels quadrats de 10 cm. Es van adonar que, per a guanyar, el centre de la moneda havia d'estar almenys a tres centímetres de cada costat, perquè, d'una altra manera, la moneda tocaria

alguna línia. L'espai de l'assaig era un quadrat de 10 cm de banda i l'espai del esdeveniment guanyador era un quadrat de 4 cm de banda. Les relacions es mostren en el següent diagrama (Figura 1.1).

Figura 1.1. Un llançament guanyador i un altre de perdedor (a l'esquerra) i els espais d'exemple i d'èxit de la prova (a la dreta)



La probabilitat de guanyar es va obtenir a partir de la relació entre els àmbits d'assaig i d'èxit (en l'exemple, $p = 16/100$). Els estudiants van examinar monedes d'altres mides i van generalitzar el problema exposant la solució en termes algebraics. Finalment, els estudiants van extrapolar aquesta solució per a descobrir les mides relatives de la moneda i els quadrats en diferents situacions pràctiques, van construir taulers i van comprovar empíricament els resultats (donant així sentit a la solució matemàtica en una situació real).

Observi's que en aquesta solució són presents els cinc aspectes de la matematització. Encara que el problema és complex, tot estudiant de 15 anys hauria de comprendre els conceptes matemàtics necessaris per resoldre el problema. No obstant això, cal tenir present que en aquesta classe els estudiants van treballar junts durant tres dies per dur a terme aquest exercici.

L'ideal per jutjar si els estudiants de 15 anys són capaços d'utilitzar els coneixements matemàtics adquirits per resoldre problemes matemàtics que puguin trobar-se en la vida real seria recopilar informació sobre la seva capacitat per a matematitzar les esmentades situacions complexes. Òbviament, això no és factible. En el seu lloc, el projecte PISA/OCDE ha decidit elaborar preguntes per avaluar els diferents estadis d'aquest procés. L'apartat següent descriu l'estratègia seleccionada per crear un joc de preguntes d'avaluació de forma equilibrada, de manera que el conjunt seleccionat de preguntes englobi els cinc aspectes de matematització. L'objectiu és utilitzar les respostes a les esmentades preguntes per ubicar els estudiants dins d'una escala de domini en el programa de la competència matemàtica del projecte PISA/OCDE.

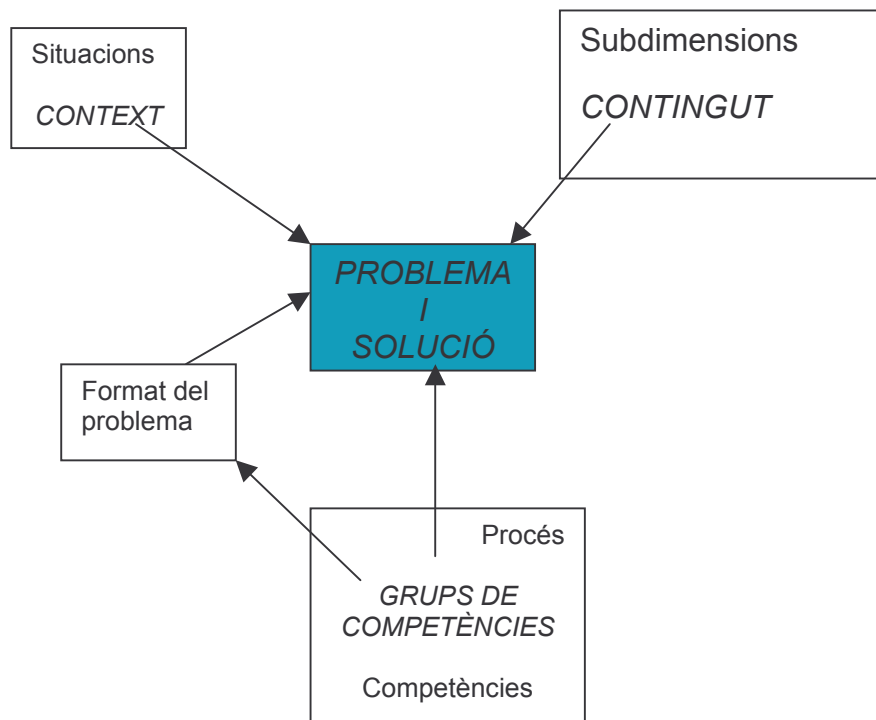
Organització de l'àmbit de coneixement

El marc conceptual de matemàtiques del projecte PISA/OCDE 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 al 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 1.2. i després els expliquem.

Figura 1.2. 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 al 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 del projecte PISA/OCDE sorgeixen 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 l'esmentada 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, la situació la constitueix la comunitat local, i els contextos són la il·luminació d'un jardí (exemple 1) i el tauler d'un joc de fira (exemple 2).

El següent element del món real que s'ha de tenir en compte al considerar la competència matemàtica és el contingut matemàtic al que 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": *quantitat, espai i forma, canvi i relacions 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 del Quadre 1.2. 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 les matemàtiques) dona lloc a un problema.

El problema del jardí (exemple 1) suposa un coneixement geomètric associat a les idees d'espai i forma, i el problema del tauler (exemple 2) implica, almenys en els seus estadis inicials, tractar amb la incertesa i aplicar coneixements de probabilitat.

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 reflecteixen la manera que els estudiants utilitzen normalment els processos matemàtics al resoldre els problemes que sorgeixen mentre es relacionen amb el seu món. Aquests s'explicaran amb major detall en els següents apartats.

Així, l'element de procés d'aquest marc conceptual està representat primerament pel rectangle gran, que representa les competències

matemàtiques, i 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 el que el problema exigeix.

Cal fer èmfasi en què 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. Avaluar la competència matemàtica implica també valorar quin grau de competències matemàtiques són capaços d'aplicar els estudiants en situacions de problemes.

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/OCDE, 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%. 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 la societat que en el projecte PISA/OCDE es designa 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.³ 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 del projecte PISA/OCDE i està estretament relacionada amb la definició de la competència matemàtica.

Cal tenir present que alguns elements dels problemes 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”. El projecte PISA/OCDE 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, el projecte PISA/OCDE 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

³ Advertim que amb l'ús d'aquest terme “autèntic” no pretenem indicar que les preguntes de matemàtiques siguin d'alguna manera genuïnes o reals. Les matemàtiques de PISA/OCDE 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.

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 DE MONEDA

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 caràcter 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, el projecte PISA/OCDE 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.

Contingut matemàtic: Les quatre "subdimensions"

Els conceptes, estructures i idees matemàtiques s'han inventat com eines per organitzar els fenòmens del món natural, social i mental. En les escoles, el currículum de matemàtiques s'ha organitzat d'una manera lògica al voltant de les diferents línies de contingut (p. ex., aritmètica, àlgebra, geometria) i els seus temes subordinats, que reflecteixen les branques històricament establertes del pensament matemàtic i que faciliten el desenvolupament d'un pla d'estudis estructurat. No obstant això, en el món real, els fenòmens susceptibles d'un tractament matemàtic no apareixen organitzats d'una manera tan lògica. De manera general, els problemes no apareixen en contextos i maneres que permetin la seva comprensió i resolució a través de l'aplicació del coneixement d'una única àmbit. El problema del tauler de fira descrit en el exemple 2 constitueix un exemple de problema que recorre a diverses àmbits matemàtiques.

Atès que l'objectiu del projecte PISA/OCDE és avaluar la capacitat dels estudiants per resoldre problemes reals, l'estratègia ha consistit a definir l'àmbit dels continguts que s'hauran d'avaluar utilitzant un enfocament fenomenològic per descriure els conceptes, estructures i idees matemàtiques. Això significa descriure el contingut en relació amb els fenòmens i els tipus de problemes per als quals fou creat. Aquest enfocament garanteix una atenció de l'avaluació que concorda amb la definició de l'àmbit de coneixement i que abraça un àmbit de continguts que inclou tot allò que normalment apareix en altres avaluacions matemàtiques i en els currículums de matemàtiques dels diferents països.

L'organització fenomenològica del contingut matemàtic no és nova. Dues publicacions molt conegudes, *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (Steen, 1990) i *Mathematics: The science of patterns* (Devlin, 1994) han descrit les matemàtiques d'aquesta manera. No obstant, s'han utilitzat diferents maneres per etiquetar aquest enfocament i denominar les diferents categories fenomenològiques. Entre les diferents propostes d'etiquetatge es troben *idees profundes, grans idees, idees fonamentals, conceptes principals, subdimensions, conceptes subjacents, àmbits principals o problemàtica*. En el marc de les matemàtiques del projecte PISA/OCDE s'utilitza l'etiqueta *subdimensions*.

Existeixen moltes subdimensions possibles. Les publicacions esmentades a dalt, per si soles, ja fan referència al model, la dimensió, la quantitat, la incertesa, la forma, el canvi, el còmput, el raonament i la comunicació, el moviment i el canvi, la simetria i la regularitat, i la posició. Quines d'aquestes idees haurien d'utilitzar-se dins del marc de matemàtiques del projecte PISA/OCDE? Amb l'objecte de centrar l'àmbit del coneixement matemàtic, és important seleccionar un conjunt de problemàtiques sorgides de l'evolució històrica de les matemàtiques que englobi una varietat i profunditat suficient per deixar veure els elements essencials de les matemàtiques i que representi o inclogui també les línies curriculars convencionals de les matemàtiques de manera satisfactòria.

Durant segles, les matemàtiques van consistir preferentment en la ciència dels números, al costat d'una geometria relativament concreta. Abans de l'any 500 a.C., Mesopotàmia, Egipte i Xina van veure l'origen del concepte de número. Es van desenvolupar operacions amb números i quantitats, entre elles quantitats resultants de mesuraments geomètrics. Entre els anys 500 a.C. i 300 d.C. va tenir lloc l'era de la matemàtica grega, que se centrava fonamentalment a l'estudi de la geometria com teoria axiomàtica. Els grecs es van encarregar de redefinir les matemàtiques com una ciència unificada a partir dels números i les formes. El següent canvi important va tenir lloc entre els anys 500 i 1300 d.C. en el món islàmic, Índia i Xina, quan l'àlgebra va passar a constituir una branca de les matemàtiques. Amb això es va establir l'estudi de les relacions. Amb les invencions independents del càlcul diferencial (l'estudi del canvi, el creixement i el límit) per part de Newton i Leibniz al segle XVII, les matemàtiques es van convertir en un estudi integrat del número, la forma, el canvi i les relacions.

Els segles XIX i XX van viure diferents explosions del coneixement matemàtic i de l'abast dels fenòmens i problemes que podien tractar-se mitjançant les matemàtiques, especialment els aspectes relacionats amb l'aleatorietat i la indeterminació. Aquest desenvolupament va comportar que cada vegada fora més difícil trobar respostes senzilles a la pregunta: *què són les matemàtiques?* En aquest nou mil·lenni, molta gent considera les matemàtiques com la ciència de les regularitats (en un sentit general). D'aquesta manera, pot realitzar-se una elecció de subdimensions que reflecteixi aquest desenvolupament: regularitats en el domini de *la quantitat, de l'espai i la forma i del canvi i les relacions* constitueixen els conceptes centrals i essencials de qualsevol descripció de les matemàtiques i conformen el nucli de qualsevol currículum, ja sigui d'educació secundària o universitària. No obstant això, ser competent en matemàtiques significa quelcom més. Resulta essencial tractar amb la incertesa des d'una perspectiva matemàtica i científica. Per aquesta raó, els elements de la teoria de la probabilitat i de l'estadística donen pas a la quarta subdimensió: la *incertesa*.

Per tant, en el projecte PISA/OCDE 2003 s'utilitza la següent relació de subdimensions per adaptar-se als requisits del desenvolupament històric, la cobertura de l'àmbit i la plasmació de les línies principals del currículum escolar:

- *quantitat*
- *espai i forma*
- *canvi i relacions*
- *incertesa*

A través d'aquestes idees, el contingut matemàtic s'organitza en un número suficient d'àmbits per garantir que les preguntes de la prova cobreixin el conjunt del currículum però, alhora, en un número prou petit per evitar una divisió massa detallada que resultés perjudicial a l'hora d'atendre els 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 en l'apartat següent i es tracten amb major profunditat més endavant.

Quantitat

Aquesta subdimensió se centra en la necessitat de quantificar per organitzar el món. Les característiques importants engloben la comprensió de la mesura relativa, el reconeixement dels patrons numèrics i la utilització dels números 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 números que se'ns presenten de diferents maneres.

Un aspecte important al tractar amb la quantitat és el raonament quantitatiu. Els components essencials del raonament quantitatiu són el sentit per als números, la representació dels números de diferents maneres, la comprensió del significat de les operacions, la percepció de la magnitud dels números, els càlculs matemàticament elegants, l'estimació i el càlcul mental.

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 (Grünbaum, 1985).

L'estudi de la forma i les construccions exigeix buscar similituds i diferències en analitzar els components formals i al reconèixer les formes en diferents representacions i diferents dimensions. L'estudi de les formes està estretament vinculat al concepte de *percepció espacial*. Això comporta aprendre a reconèixer, explorar i conquerir, per viure, respirar i moure'ns amb major coneixement a l'espai en què vivim (Freudenthal, 1973).

Per aconseguir-ho cal comprendre les propietats dels objectes i les seves posicions relatives. Hem de ser conscients de com veiem les coses i de per què les veiem d'aquesta manera. Hem d'aprendre a orientar-nos per l'espai i a través de les construccions i formes. Això significa entendre la relació entre formes i imatges o representacions visuals, com ara la relació entre una ciutat real i les fotografies i mapes de la mateixa ciutat. També pressuposa entendre la representació en dues dimensions dels objectes tridimensionals, la formació de les ombres i com interpretar-les, què és la perspectiva i com funciona.

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 cicle de les estacions, el flux i reflux de les mareas, els cicles 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).

El pensament funcional —és a dir, el pensar sobre i en termes de relacions— és un dels objectius disciplinaris més importants de l'ensenyament de les matemàtiques (MAA, 1923). Les relacions poden donar-se en una gran varietat de representacions diferents, entre elles la simbòlica, l'algebraica, la gràfica, la tabular i la geomètrica. Les diferents representacions serveixen per a propòsits diferents i posseeixen propietats diferents. Per aquesta raó, la traducció entre les diferents representacions té sovint una importància fonamental a l'hora d'ocupar-se de diverses situacions i tasques.

Incertesa

L'actual "societat de la informació" proporciona un gran nombre d'informacions que sovint es presenten com precises, científiques i en més o menys grau certes. No obstant això, en la vida diària ens enfrontem a resultats d'eleccions incerts, ponts que s'ensorren, caigudes de la borsa, prediccions del temps poc fidedignes, prediccions desafortunades del creixement de la població, models econòmics que no funcionen bé i moltes altres demostracions de la incertesa del món que vivim.

La incertesa està pensada per suggerir 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. Les recomanacions relativament recents als currículums escolars són unànimes al 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).

Activitats i conceptes matemàtics importants d'aquesta àmbit són la recollida de dades, l'anàlisi i la seva presentació/visualització, la probabilitat i la deducció.

Ara abordarem l'aspecte més important del marc conceptual de les matemàtiques: les competències que l'alumnat ha de mobilitzar per intentar resoldre problemes. Aquestes competències es tracten sota el títol genèric de processos matemàtics.

Processos matemàtics

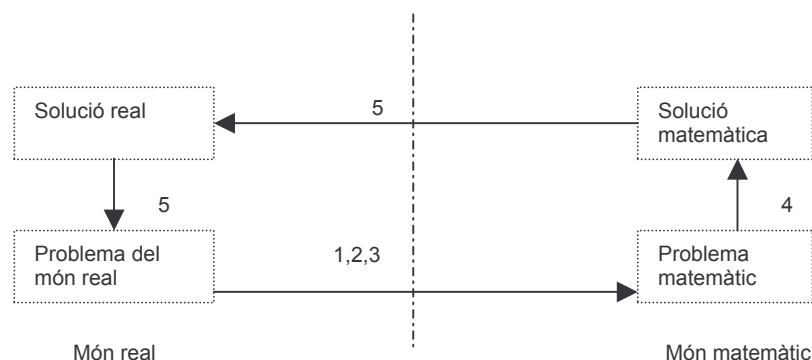
Introducció: la matematització

El projecte PISA/OCDE examina la capacitat dels estudiants per analitzar, raonar i transmetre idees matemàtiques d'una manera efectiva al 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 el projecte PISA/OCDE, el procés fonamental que els estudiants utilitzen per resoldre problemes de la vida real es denomina *matematització*.

Newton podria haver descrit la matematització en la seva magna obra "Principis matemàtics de la filosofia natural" quan va escriure: «Però el nostre objectiu consisteix només a localitzar la quantitat i propietats d'aquesta força a partir dels fenòmens i a aplicar el que descobrim a alguns casos senzills mitjançant els quals, de manera matemàtica, puguem estimar els efectes en altres casos més complexos» (Newton, 1687).

El debat anterior sobre la base teòrica del marc conceptual de Matemàtiques del projecte PISA/OCDE va traçar una descripció de la matematització en cinc passos. Aquests passos es presenten en el Quadre 1.3.

Quadre 1.3. El cicle de la matematització



- (1) S'inicia amb un problema emmarcat en la realitat.
- (2) S'organitza d'acord amb conceptes matemàtics identificant les matemàtiques aplicables.
- (3) Gradualment es redueix la realitat mitjançant procediments com la formulació d'hipòtesis, 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, a la vegada que s'identifiquen les limitacions de la solució.

Com suggereix el diagrama del Quadre 1.3, els cinc aspectes es tracten en tres fases.

La matematització, en primer lloc, implica traduir el problema de la «realitat» a les matemàtiques. Aquest procés engloba activitats com:

- identificar els elements matemàtics pertinents en relació amb un problema situat en la realitat;
- representar el problema d'una manera diferent, organitzant-lo entre d'altres coses d'acord amb conceptes matemàtics i realitzant suposicions apropiades;
- comprendre les relacions 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 aspectes que són isomòrfics amb relació a problemes coneguts;
- traduir el problema en termes matemàtics, és a dir, en termes d'un model matemàtic.

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 canviant entre elles;
- utilitzar operacions i llenguatge simbòlic, formal i tècnic;
- polir i adaptar els models matemàtics, combinant i integrant models;
- argumentar;

- generalitzar.

L'últim o els últims passos a l'hora de resoldre un 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 a 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 els arguments matemàtics 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 del Quadre 1.3 mitjançant l'etiqueta "5", on el procés de matematització passa de la solució matemàtica a la solució real, i on torna a relacionar-se amb el problema original que forma part de la realitat.

Les competències

L'apartat anterior se centrava en els processos i conceptes principals associats a la matematització. Un individu que hagi de participar amb èxit en la matematització en una gran varietat de situacions, contextos intra i extramatemàtics i 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 de la matematització es serveixen de manera diferent d'aquestes competències, tant en el que es refereix a les competències individuals com en relació amb el nivell de domini necessari. Per identificar i examinar aquestes competències, el projecte PISA/OCDE ha decidit utilitzar vuit competències matemàtiques característiques que es basen en la seva forma actual a 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 en Neubrand i altres., 2001). No obstant això, 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, conjectures, 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 suports i eines.** Tenir coneixements i ser capaç d'utilitzar diferents suports i eines (entre elles, eines de les tecnologies de la informació) que poden ajudar en l'activitat matemàtica; i conèixer les seves limitacions.

La intenció del projecte PISA/OCDE 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). El projecte PISA/OCDE 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.

Grups de competència

El projecte PISA/OCDE 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 realització de càlculs.

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 suports i eines.** Conèixer i ser capaç d'utilitzar suports i eines 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 següents descriptors clau: reproduir material que ja s'ha experimentat i realitzar operacions rutinàries.

Exemples de preguntes del grup de reproducció

Exemple 5:

Resol l'equació $7x - 3 = 13x + 15$

Exemple 6:

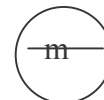
Quina és la mitjana de 7, 12, 8, 14, 15, 9?

Exemple 7:

Escriu 69% en forma de fracció

Exemple 8:

La línia m es denomina la: _____ del cercle



Exemple 9:

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?

Per clarificar els límits de les preguntes del grup de *reproducció* s'ha de fer notar que el problema presentat com a Exemple 3 "Compte d'estalvi" NO

pertany al grup de *reproducció*. Aquest problema portarà l'alumnat 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 mera 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 suports i eines.** Això implica conèixer i ser capaç d'utilitzar suports i eines 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 següents descriptors clau: 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 anteriorment. A continuació se'n presenten d'altres.

Exemple 10: DISTÀNCIA

La Maria viu a dos quilòmetres del seu col·legi i en Martí a cinc.

A quina distància viuen l'un de l'altra?

Quan es va mostrar aquest problema als professors, molts d'ells el van rebutjar per considerar-lo massa fàcil (es veu ràpidament que la resposta és 3). Un altre grup de professors van argumentar que no era una pregunta adequada, perquè no hi havia resposta (volien dir que no hi ha una única resposta numèrica). Altres van 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 pregunta, perquè és un problema real donat 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 11: **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>
Es lloguen oficines	Es lloguen oficines
58-95 metres quadrats	35-260 metres quadrats
475 zeds al mes	90 zeds per metre quadrat a l'any
100-120 metres quadrats	
800 zeds al mes	

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 12: **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]

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 empleats 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 matemàtics i formes de representació i comunicació (esquemes, taules, gràfics, paraules i il·lustracions). També comporta reflexionar sobre les estratègies i les solucions.

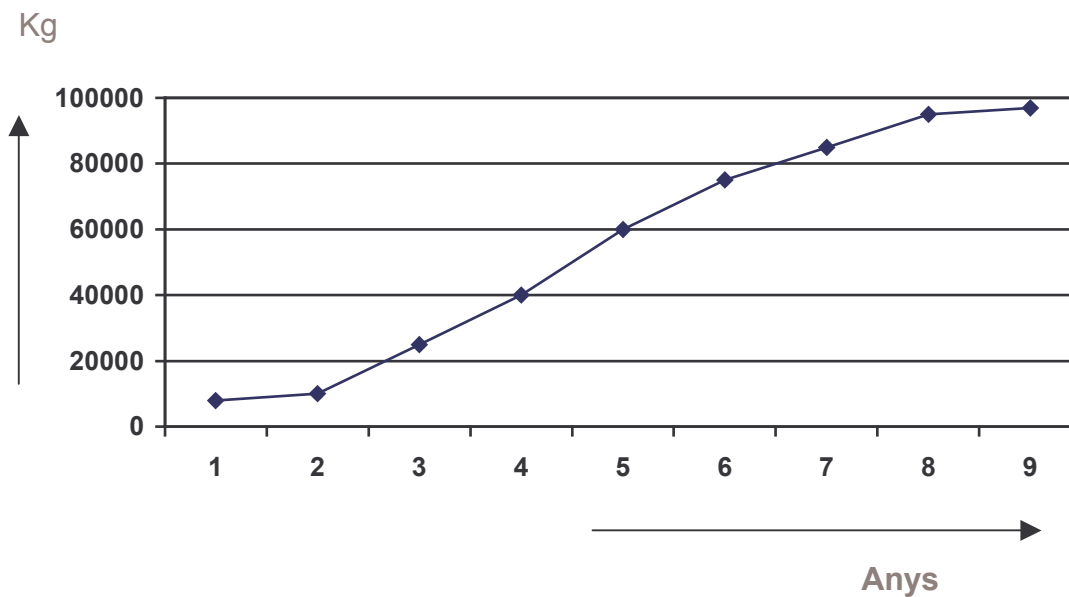
6. **Representar.** Això implica descodificar, codificar i interpretar formes de representació més o menys familiars dels objectes matemàtics; seleccionar i canviar entre diferents formes de representació de les situacions i objectes matemàtics i traduir i diferenciar entre diferents formes de representació. 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 suports i eines.** Això implica conèixer i ser capaç d'utilitzar suports i eines 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 següents descriptors clau: raonament avançat, argumentació, abstracció, generalització i construcció de models aplicats a contextos nous.

Exemples de preguntes del grup de reflexió

Exemple 13: CREIXEMENT DE LA POBLACIÓ DE PEIXOS

Es va repoblar amb peixos un canal fluvial. El gràfic mostra un model de com ha crescut el pes total de peixos en el canal fluvial.



Imagina que un pescador decideix esperar uns anys abans de començar a pescar els peixos del canal fluvial. Quants anys haurà d'esperar si desitja maximitzar el nombre de peixos que pugui agafar anualment a partir d'aquell any? Raona la teva resposta.

Exemple 14: **PRESSUPOST**

En un país determinat, el pressupost nacional de defensa va ser de 30 milions (en la moneda del país) el 1980. El pressupost total d'aquell any va ser de 500 milions. A l'any següent, el pressupost de defensa va passar a 35 milions, mentre que el pressupost total va ser de 605 milions. La inflació del període comprès entre els dos pressupostos va arribar al 10 per cent.

- Et conviden a donar una conferència en una associació pacifista. Intentes explicar que el pressupost de defensa ha disminuït en aquest període. Explica com ho faries.
- Et conviden a donar una conferència en una acadèmia militar. Intentes explicar que el pressupost de defensa ha augmentat en aquest període. Explica com ho faries.

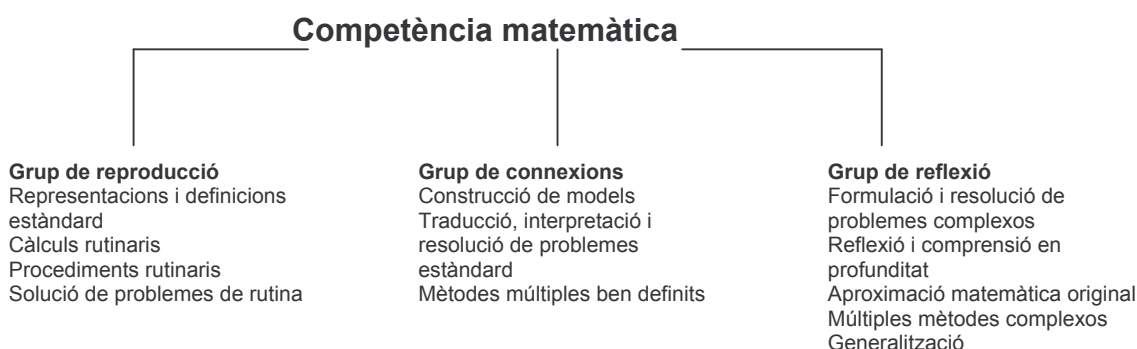
Font: De Lange i Verhage (1992). Reproducció autoritzada.

És clar que l'exemple 13 s'ajusta a la definició de resolució de problemes de matemàtiques en un context autèntic. Els estudiants hauran de trobar les seves pròpies estratègies i argumentació en un problema una mica més complex i inusual. La complexitat radica en part, en la necessitat de combinar de manera acurada la informació presentada de manera gràfica o textual. A més, la resposta no resulta òbvia per als estudiants. Necessitaran interpretar el gràfic i adonar-se, per exemple, que la taxa de creixement arriba al seu nivell

màxim al cap d'uns cinc anys. Per resoldre el problema de manera satisfactòria, els estudiants han de reflexionar sobre la solució a mesura que l'elaboren i considerar l'èxit de la seva estratègia. A més, el problema exigeix una explicació i una indicació de l'«evidència». Una possibilitat és utilitzar el mètode d'assaig-error: veure què passa si només s'espera 3 anys, per exemple, i seguir a partir d'aquí. Si s'espera fins a finals del cinquè any, s'obté la major recol·lecció: 20.000 kg de peix cada any. Si no es pot esperar tant i s'inicia la pesca un any abans, només s'aconsegueixen 17.000 kg, i, si s'espera massa (sis anys), només es pescaran 18.000 kg a l'any. Per tant, els millors resultats s'obtenen quan la recol·lecció s'inicia al cap de cinc anys.

L'exemple 14 s'ha estudiat en profunditat amb estudiants de 16 anys i il·lustra molt bé els problemes del grup de reflexió: els estudiants van reconèixer immediatament l'aspecte matemàtic i amb freqüència van saber fer algun tipus de generalització, ja que el punt central de la solució radica en reconèixer que els conceptes matemàtics clau aquí són el creixement absolut i el creixement relatiu. Per descomptat, la inflació podria deixar-se a una banda perquè el problema fora més accessible per als estudiants més joves sense que per això es perdessin les idees conceptuals clau del problema, però llavors es perdria complexitat i, d'aquesta manera, part de la matematització necessària. Una altra manera de facilitar la pregunta seria presentant les dades en una taula o esquema. Aquests aspectes de la matematització ja no calen; L'alumnat pot començar directament pel punt central de l'assumpte.

Quadre 1.4. Representació sintètica dels grups de competència



Resum dels processos matemàtics en l'avaluació PISA/OCDE de matemàtiques

El Quadre 1.4. ofereix una representació gràfica dels grups de competència i resumeix les diferències entre ells.

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 a 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. En cas contrari, però si una o més de les competències s'ajusta a la descripció del grup de connexions, llavors la pregunta s'assigna a aquest grup. Si no es dona cap d'aquests casos, la pregunta s'assignaria al grup de reproducció, ja que es consideraria que totes les competències que mobilitza s'ajustarien a la descripció de les competències d'aquest grup.

Avaluació de la competència matemàtica

Característiques de les proves

En les seccions anteriors s'ha definit la competència matemàtica del projecte PISA/OCDE i l'estructura del marc conceptual de la seva avaluació. En aquest apartat es presenten amb més detall les característiques de les proves que s'utilitzaran per avaluar als estudiants. Aquí es descriuen la naturalesa de les proves i el tipus de format de la pregunta.

La naturalesa de les proves de matemàtiques

El projecte PISA/OCDE és una avaluació internacional de les habilitats 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.

En general, les preguntes consistiran en informació o material d'estímul, una presentació, la pregunta pròpiament dita i la solució que es precisa. A més, 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 del projecte PISA/OCDE. En l'estudi 2003 cada pregunta es trobarà dins d'un dels quatre tipus de situació: personal,

educacional/professional, pública i científica. Les preguntes seleccionades com instruments de matemàtiques es distribuïran entre aquests tipus de situació.

A més, es donarà preferència a preguntes amb contextos que es considerin autèntics. És a dir, el projecte PISA/OCDE 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 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 el projecte PISA/OCDE garantirà una representació suficient de les quatre subdimensions.

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 el desenvolupament i elecció de les preguntes que s'inclouran com a instrument d'avaluació del projecte PISA/OCDE 2003, es considerarà detingudament el nivell de comprensió lectora necessari per comprendre una pregunta. La formulació de les preguntes ha de ser la cosa més senzilla i directa possible. També es procurarà evitar contextos que poguessin comportar un biaix cultural.

Les preguntes seleccionades com instruments d'avaluació del projecte PISA/OCDE presentaran una àmplia gamma de dificultat per a així ajustar-se a l'àmplia gamma d'habilitat dels estudiants que participaran en l'avaluació PISA/OCDE. A més, les categories principals del marc conceptual (especialment els grups de competències i les subdimensions) han de trobar-se representades en la major mesura possible mitjançant preguntes de molt variada dificultat. El grau de dificultat de les preguntes es determinarà en una extensa prova pilot que es realitzarà amb anterioritat a la selecció de les preguntes per a la prova principal.

Tipus de pregunta

Una vegada creats els instruments d'avaluació, caldrà examinar detingudament l'impacte de cada tipus de pregunta en el rendiment de l'alumnat i, per tant, en la definició de la pregunta que s'avalua. 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.

El projecte PISA/OCDE avaluarà la competència matemàtica mitjançant una combinació de preguntes de resposta oberta, de resposta tancada i

d'elecció múltiple. S'utilitzarà una quantitat més o menys igual de cadascun d'aquests formats a l'hora d'elaborar els instruments de prova del cicle 2003.

L'experiència en l'elaboració i administració de preguntes en el cicle PISA/OCDE 2000 indica que el tipus d'elecció múltiple és generalment el més adequat per avaluar les preguntes associades als grups de competència de *reproducció i connexions*. Un exemple d'aquest tipus de pregunta és l'exemple 15, que planteja una pregunta associada al grup de *connexions* i que té un número limitat de respostes pre-definides. Per resoldre aquest problema, els estudiants han de traduir el problema a termes matemàtics, crear un model per representar la naturalesa periòdica del context descrit i prolongar la seqüència per trobar el resultat corresponent a una de les opcions plantejades.

Exemple 15: 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.

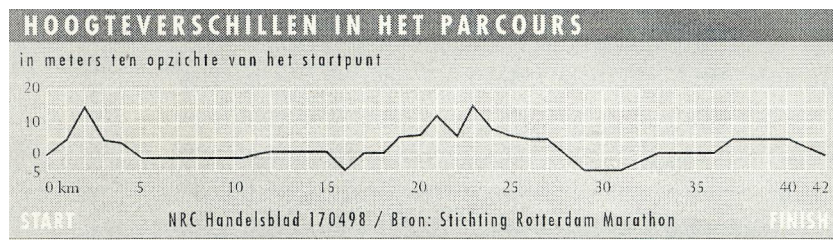
Després d'una hora la foca:

- 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 correcta o incorrecta. Adivinar 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 16 només hi ha una resposta correcta però existeixen moltes respostes incorrectes possibles.

Exemple 16: LA MARATÓ DE ROTTERDAM

Tepla Loroupe va guanyar la maratón de Rotterdam el 1998. «Ha estat fàcil», va dir, «el recorregut era bastant pla». Vet aquí un gràfic dels desnivells del recorregut de la maratón de Rotterdam:



Quina va ser la diferència entre el punt més elevat i el més baix del recorregut?

- A. 5 m
- B. 10 m
- C. 15 m
- D. 20 m

Les preguntes de resposta construïda oberta requereixen una resposta més àmplia per part de l'alumne i el procés d'elaboració de l'esmentada resposta normalment comporta activitats cognitives d'ordre més elevat. Amb freqüència tals preguntes no requereixen únicament que l'alumne elabori una resposta, sinó que mostri també els passos seguits o expliqui com va arribar a tal resposta. La característica clau de les preguntes de resposta construïda oberta és que permeten que l'alumnat demostrï la seva competència al proporcionar solucions que poden estar situades en diferents nivells de complexitat matemàtica (vegeu l'exemple 17).

Exemple 17: 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.

Dissenya un gràfic (o gràfics) que mostri la desigual distribució de la població de Indonèsia.

Font: De Lange i Verhage (1992). Reproducció autoritzada.

Al voltant d'un terç de les preguntes de matemàtiques del projecte PISA/OCDE seran preguntes de resposta construïda oberta. Les respostes a aquestes pregunten 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, el projecte PISA/OCDE realitzarà 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.

El projecte PISA/OCDE utilitzarà amb freqüència un format d'exercici que engloba diverses preguntes d'una mateixa matèria comuna. Els exercicis en aquest format ofereixen als estudiants l'oportunitat d'implicar-se en el context o problema quan se'ls planteja 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 a l'ocupació de formats d'exercici 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'examen, ja que 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 la prova del cicle 2003 totalitzen 210 minuts de temps d'examen. Les preguntes seleccionades seran agrupades en set grups i a cadascun d'aquests grups correspondran 30 minuts d'examen. Els grups de preguntes es distribuïran en els quadernets de prova segons un disseny de rotació. El temps total de la prova de matemàtiques es distribuïrà el més uniformement possible entre les quatre subdimensions (quantitat, espai i forma,

canvi i relacions i incertesa) i les quatre situacions descrites en el marc conceptual (personal, educacional/professional, pública i científica). La proporció de preguntes associades als tres grups de competència (reproducció, connexions i reflexió) serà aproximadament d'1:2:1. Al voltant d'un terç de les preguntes seran d'elecció múltiple, un altre terç de resposta construïda tancada i un altre terç de resposta construïda oberta.

La divisió de 120 preguntes que satisfarà aquestes expectatives, més o menys similar a la utilitzada en la prova PISA/OCDE 2000, es resumeix en la Taula 1.1.

Taula 1.1 Possible divisió de 120 preguntes matemàtiques per a PISA/OCDE 2003

Grup de competències				
Tipus de pregunta	Reproducció	Connexions	Reflexió	TOTAL
Elecció múltiple	Unes 15	Unes 20	Unes 5	Unes 40
Resposta tancada	Unes 10	Unes 20	Unes 5	Unes 40
Resposta oberta	Unes 5	Unes 15	Unes 20	Unes 40
TOTAL	Unes 30	Unes 60	Unes 30	

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, que 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/OCDE. Per facilitar aquestes opcions s'haurà de garantir que se selecciona un número suficient de preguntes per ser incloses en l'avaluació PISA/OCDE de cada categoria susceptible de generar una subescala. A més, les preguntes de cada categoria hauran 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 el nivell de rendiment. Altres són la familiaritat amb la tasca, la proximitat o llunyania del moment de l'aprenentatge, el grau d'entrenament i de pràctica en aquesta tasca, etc. 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 que 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 més o menys positiva 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, el grau de visibilitat dels requisits matemàtics del problema, el grau que l'alumnat ha d'aplicar la seva pròpia construcció matemàtica al problema i el grau necessari de perspicàcia, raonament complex i generalització.
- El tipus d'habilitats de representació necessàries, des dels problemes en què només es fa servir una classe de representació als problemes que els estudiants han de moure's entre diferents maneres de representació per trobar per si mateixos l'apropiat.
- 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, 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 es precisa gens d'argumentació, passant per problemes que l'alumnat han d'aplicar arguments ben coneguts, a problemes que aquests han d'elaborar arguments matemàtics o entendre l'argumentació de tercers o jutjar 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 següent nivell de competència, els estudiants realitzen generalment exercicis més complexos de 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 entre ells. De manera general treballen amb formulacions o models matemàtics donats, presentats amb freqüència de manera algebraica, per identificar solucions, o realitzen una petita seqüència de passos de processament o càlcul per trobar una solució.

En el nivell de competència més alt, els estudiants desenvolupen un paper més creatiu i actiu al 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 capacitat de generalització, raonament i argumentació per explicar o comunicar els resultats.

Suports i eines

La política PISA/OCDE relativa a l'ús de calculadores i altres eines és que els estudiants poden utilitzar-les si les utilitzen normalment al centre. Així s'aconseguirà avaluar de la forma més versemblant el rendiment dels estudiants i s'obtindrà la comparació més informativa del rendiment dels diversos sistemes educatius. L'elecció de permetre als estudiants utilitzar les calculadores no difereix, en principi, d'altres decisions de política formativa dels propis sistemes que queden fora del control d'PISA/OCDE.

Els estudiants acostumats a disposar d'una calculadora per a ajudar-se a resoldre preguntes es veurien en desavantatge si se'ls privés d'aquest aparell.

Conclusió

L'objectiu de l'estudi PISA/OCDE 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 a convertir-los en ciutadans actius, reflexius i intel·ligents des del punt de vista de l'ús de les matemàtiques. Per aconseguir-ho, el projecte PISA/OCDE ha desenvolupat avaluacions que se centren a determinar en quin grau els estudiants són capaços d'utilitzar el que han après.

Aquest marc conceptual ofereix una definició de la competència matemàtica i determina el context per a la seva avaluació en l'any 2003, de manera que els països de l'OCDE puguin controlar alguns resultats importants dels seus sistemes educatius. La definició de competència matemàtica seleccionada per a aquest marc és coherent amb les definicions adoptades per a la competència de comprensió lectora i de ciències i amb l'orientació

d'PISA/OCDE d'avaluar les capacitats de l'alumnat per a convertir-se en membres actius i participatius de la societat.

Els principals components del marc conceptual de matemàtiques, que són coherents amb altres marcs del projecte PISA/OCDE, inclouen contextos per a l'ús de les matemàtiques, contingut matemàtic i processos matemàtics derivats de la definició de competència. Els debats sobre el context i el contingut posen èmfasi en aspectes dels problemes als quals els estudiants s'enfronten com a ciutadans, mentre que els debats dels processos posen èmfasi en les competències a les quals han de recórrer a l'alumnat per resoldre aquests problemes. Les competències s'han agrupat en tres grups anomenats "grups de competència" per facilitar un tractament racional de la manera que s'interpreten els processos cognitius complexos dins d'un programa d'avaluació estructurat.

L'èmfasi que fan les avaluacions de matemàtiques PISA/OCDE en la utilització del coneixement matemàtic per resoldre els problemes del dia a dia representa la plasmació d'un ideal que ja ha estat posat en marxa, en graus diversos, en diferents sistemes educatius al llarg del món. Les avaluacions PISA/OCDE intenten oferir una varietat de problemes matemàtics que inclouen diferents graus d'estructura i orientació, però avançant sempre cap a problemes de tipus autèntic en els quals els estudiants han d'elaborar el raonament per si mateixos.

Exemples addicionals

En aquest apartat es presenten noves preguntes de matemàtiques per il·lustrar determinats aspectes del marc conceptual. Les preguntes van acompanyades de comentaris que relacionen aspectes de les preguntes amb diverses categories del marc conceptual.

Aquest és el tercer conjunt d'exemples de preguntes de matemàtiques publicat per l'OCDE. Set unitats (un total de 14 preguntes) van ser publicades en *Measuring Student Knowledge and Skills* (OCDE, 2000), i altres cinc unitats (un total d'11 preguntes) van ser publicades en *Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment* (OCDE, 2002a).

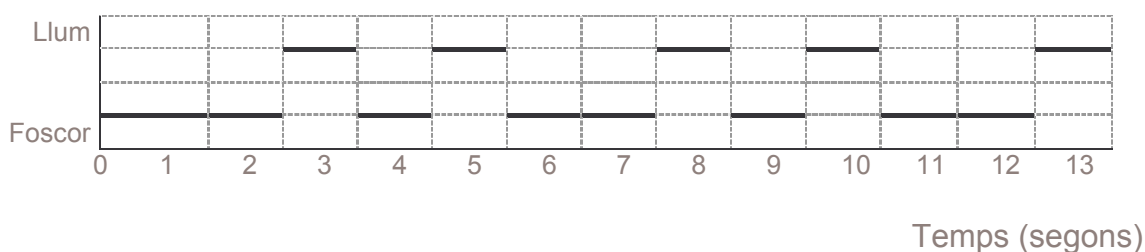
Aquí s'inclouen tretze unitats completes, amb un total de 27 preguntes. Totes aquestes preguntes es van utilitzar en la prova pilot de l'any 2002 com a part del procés d'elaboració de proves per l'estudi PISA 2003. Aquestes preguntes no van ser incloses en la prova final per diverses raons, relacionades en bona part amb la necessitat d'obtenir un complex equilibri de característiques a l'hora d'estructurar els instruments definitius de la prova. Algunes d'elles tenen propietats mètriques que les converteixen en poc apropiades per a una avaluació internacional; no obstant això, resulten útils a manera il·lustrativa i, probablement, per a la seva utilització a classe.

Unitat 1**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.



En el diagrama de sobre es pot veure la seqüència d'un far concret. Els raigs de llum alternen amb períodes de fosc.

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.

Exemple 1.1

Quant dura el període de la seqüència d'aquest far?

- A. 2 segons.
- B. 3 segons.
- C. 5 segons.
- D. 12 segons.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 1.1

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta C: 5 segons.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple
Grup de competència: Connexions
Subdimensió: Canvi i relacions
Situació: Pública

La manera inusual en què aquest problema autèntic es planteja als estudiants fa que el problema vagi més enllà del grup de competència de *reproducció*. La representació gràfica resultarà ser una novetat per a la majoria dels estudiants, si no per a tots. Això exigeix mobilitzar habilitats d'interpretació i raonament des del principi. Probablement la majoria dels estudiants reproduiran la situació mentalment: fosc-fosc-llum-fosc-llum-fosc-fosc-llum i així successivament. Hauran de trobar el «ritme», ja sigui amb ajuda de la representació gràfica o mitjançant alguna altra representació de tipus més lingüístic com la que acabem de presentar. L'acció d'establir connexions entre diferents representacions fa que el problema s'inclouï dins del grup de competència de *connexions*.

El concepte subjacent de periodicitat és important tant dins de la disciplina de les matemàtiques com en la vida diària. La prova pilot indica que la majoria dels estudiants no van trobar aquest problema excessivament complicat malgrat el seu aspecte no habitual.

Algú podria argumentar que el context podria afavorir als estudiants de poblacions costaneres. No obstant, cal remarcar que la competència matemàtica també engloba la capacitat de saber utilitzar les matemàtiques en contextos diferents als propis. Això no significa necessàriament que els estudiants de poblacions costaneres no estaran, en certa manera, en una posició privilegiada. No obstant, l'anàlisi per països de la pregunta en qüestió indica que no ha estat aquest el cas: els països sense litoral no van tenir resultats diferents als països amb litoral.

Exemple 1.2

Durant quants segons emet aquest far raigs de llum al llarg d'1 minut?

- A. 4
- B. 12
- C. 20
- D. 24

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 1.2

Màxima puntuació
Codi 1: Resposta D: 24.

Cap puntuació
Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions**Subdimensió: Canvi i relacions****Situació: Pública**

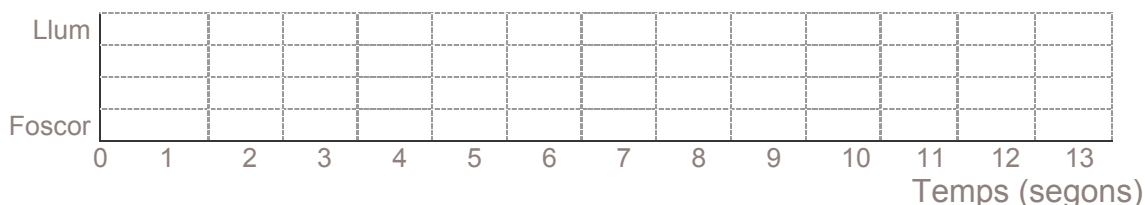
Aquest exemple és lleugerament més difícil que l'exemple 1.1 i el problema també és d'una naturalesa diferent. Els estudiants han de traduir i ampliar el model visual donat a un model numèric que els ajudi a analitzar la seqüència periòdica al llarg d'un minut. No cal que els estudiants hagin contestat correctament a la pregunta de l'exemple 1.1, però la utilització d'aquest resultat és una de les estratègies possibles: atès que el període és 5, hi ha 12 períodes per minut i, ja que cada període té 2 raigs de llum, la resposta és 24.

Una altra estratègia que poden utilitzar els estudiants d'aquest nivell és examinar els primers 10 o 12 segons en el gràfic, ja que tots dos són números pels quals es pot dividir 60. Si examinen els primers 10 segons, veuran 4 raigs de llum que hauran de multiplicar per 6, i així trobaran la resposta de 24. D'aquesta manera, no obstant, no comptarem amb la «prova» que hagin entès completament el problema. El mateix succeeix si examinen els primers 12 segons: 4 raigs de llum 5 vegades donen un resultat de 20, que no és el correcte. La diferència resideix que escollint 10, els estudiants obtenen exactament 2 períodes, mentre que, escollint 12, no obtenen un múltiple del període.

Un problema autèntic, però no gaire difícil, associat al grup de connexions perquè també són necessaris múltiples passos.

Exemple 1.3

En la quadrícula de sota traça 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.

**Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 1.3****Màxima puntuació**

Codi 2: Respostes en les quals el gràfic mostra una seqüència de llum i foscor amb raigs de llum de 3 segons per cada 6 segons, i un període de 6 segons. Això es pot fer de les següents maneres:

-1 raig d'un segon i un altre de dos segons (i això també es pot representar de diferents maneres), o

-1 raig de 3 segons (cosa que pot fer-se de quatre maneres diferents).

-Si estan representats 2 períodes, la seqüència ha de ser la mateixa per a tots dos.

Puntuació parcial

Codi 1: El gràfic mostra una seqüència de llum i fosc amb raigs de llum de 3 segons per cada 6 segons, però el període no és de 6 segons. Si es presenten 2 períodes, la seqüència ha de ser la mateixa per a tots dos.

-3 raigs d'un segon alternant amb 3 períodes de fosc d'un segon.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Reflexió*

Subdimensió: *Canvi i relacions*

Situació: *Pública*

La redacció del problema indica d'entrada fins a quin punt és «obert»: «Traça el gràfic d'una *possible* seqüència de raigs de llum». Encara que la pregunta sembli estar estretament relacionada amb les dues preguntes anteriors, la taxa de respostes correctes va ser considerablement inferior, el que fa que aquesta pregunta sigui “bastant difícil”.

Resulta interessant que als estudiants se'ls demani “construir” o “dissenyar”; això constitueix un aspecte important de la competència matemàtica: utilitzar les capacitats matemàtiques no només d'una manera passiva o indirecta sinó elaborant una resposta. La solució del problema no és trivial, perquè s'han de satisfer dues condicions: igual quantitat de llum i de fosc (30 segons per minut) i un període de 6 segons. Aquesta combinació implica que els estudiants aconseguixin vertaderament un nivell conceptual de comprensió de la periodicitat, una prova que estan treballant amb el grup de competències de *reflexió*.

Unitat 2

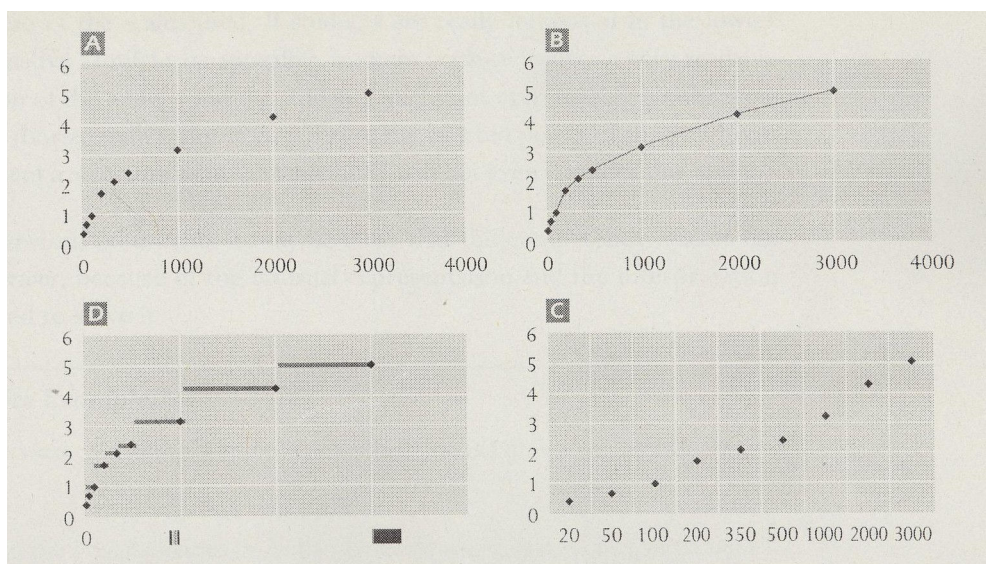
TARIFES POSTALS

Les tarifes postals de Zedlàndia estan basades en el pes dels paquets (arrodonit al gram més pròxim), com es mostra en la taula següent:

Pes (arrodonit al gram més pròxim)	Tarifes
Fins a 20 g	0,46 zeds
21 g – 50 g	0,69 zeds
51 g – 100 g	1,02 zeds
101 g – 200 g	1,75 zeds
201 g – 350 g	2,13 zeds
351 g – 500 g	2,44 zeds
501 g – 1000 g	3,20 zeds
1001 g – 2000 g	4,27 zeds
2001 g – 3000 g	5,03 zeds

Exemple 2.1

Quin dels següents gràfics és la millor representació de les tarifes postals a Zedlàndia? (L'eix horitzontal mostra el pes en grams, i l'eix vertical mostra el preu en zeds.)



Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.1

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta C

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Incertesa

Situació: Pública

Es tracta clarament d'una situació pública i d'un problema que es presenta amb freqüència, encara que no necessàriament d'aquesta manera. En la vida diària els ciutadans senzillament donen el paquet i pregunten quant costa enviar-lo. No obstant això, s'espera que els ciutadans ben informats reflexionin mínimament sobre l'estructura del sistema de tarifes postals o altres estructures similars. Moltes persones solen saber que les tarifes postals augmenten molt ràpidament al principi però que a mesura que el pes és més gran l'augment es fa menor. Aquest tipus d'estructura és molt comú.

No obstant això, adonar-se que l'esmentada estructura pugui representar-se de manera visual és quelcom molt diferent. El gràfic és un gràfic de trams, que probablement els estudiants no hagin trobat mai o molt rarament en el currículum escolar. Aquesta és probablement la raó principal per la qual els estudiants van trobar difícil aquest problema. Als estudiants se'ls ha ensenyat a unir els punts dels gràfics i, a vegades, es plantegen si unir els punts mitjançant línies rectes o corbes (com l'alternativa B d'aquest exemple). La B sembla una bona resposta, ja que dona el preu per cada quilo, a diferència de l'alternativa A. El problema és que no tots els preus «existeixen» i que la gamma de preus és molt limitada: 0,46–0,69–1,02 i així successivament. Per tant, el gràfic B no és el correcte. El gràfic C és el que millor s'ajusta a la taula de pesos i tarifes.

Un altre factor de complicació a l'hora de vincular la taula al gràfic és el fet que els gràfics A, B i C resulten complicats d'interpretar per als primers 500 grams per les escales utilitzades. Si l'interès dels estudiants se centra en els valors menors, llavors l'alternativa D pot resultar-los atractiva, perquè mostra una interpretació ben llegible de la taula, i els estudiants poden no adonar-se que l'escala horitzontal no és linial. Però si s'adonen que els punts aïllats del gràfic no poden mai representar una estructura com la de la taula, no tindran en compte aquesta opció.

Dels comentaris realitzats es dedueix que el grup de competència és el de connexions, a causa de la representació inusual i a les habilitats d'interpretació necessàries per contestar la pregunta.

Exemple 2.2

Jan vol enviar a un amic dos objectes que pesen 40 grams i 80 grams respectivament.

Segons les tarifes postals de Zedlàndia, decideix si és més barat enviar els dos objectes en un únic paquet o enviar els objectes en dos paquets separats. Escriu els teus càlculs per a trobar el cost en els dos casos.

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen que serà més barat enviar els objectes en dos paquets separats. El cost serà d'1,71 zeds per a dos paquets separats, i d'1,75 zeds per a un únic paquet que contingui els dos objectes.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Quantitat*

Situació: *Pública*

Aquest exemple és més pràctic que l'anterior i a l'estudi pilot va resultar ser relativament fàcil per l'alumnat.

Es podria classificar dins del grup de *connexions*, atès que no resulta familiar per als estudiants i requereix quelcom més que les competències de reproducció. Jan vol enviar a un amic dos objectes que pesen 40 g i 80 g. Encara que és lleugerament contrària a la intuïció, la resposta pot trobar-se amb facilitat en les taules: un enviament de 40 g costa 0,69 zeds i un de 80 grams costa 1,02 zeds, així que dos paquets costen 1,71 zeds. Enviar un paquet de 120 g costaria 1,75 zeds. Aquest problema no resulta complex matemàticament parlant, però és un exemple que pondera la competència matemàtica: és un tipus de pregunta que un ciutadà arriba a plantejar-se en diverses situacions de la seva vida quotidiana.

Unitat 3**BATECS DEL COR**

Per raons de salut la gent hauria de limitar els seus esforços, al fer esport, per exemple, per no superar una determinada freqüència cardíaca.

Durant anys la relació entre la màxima freqüència cardíaca recomanat per a una persona i la seva edat es descrivia mitjançant la fórmula següent:

$$\text{Màxima freqüència cardíaca recomanada} = 220 - \text{edat}$$

Investigacions recents han demostrat que aquesta fórmula hauria de modificar-se lleugerament. La nova fórmula és la següent:

$$\text{Màxima freqüència cardíaca recomanada} = 208 - (0,7 \times \text{edat})$$

Exemple 3.1

Un article de diari afirma: “El resultat d'usar la nova fórmula en comptes de l'antiga és que el màxim nombre recomanat de batecs cardíacs per minut disminueix lleugerament per als joves i augmenta lleugerament per als més grans.”

A partir de quina edat augmenta la màxima freqüència cardíaca recomanada com a resultat d'introduir la nova fórmula? Escribeu els teus càlculs.

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 3.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen 41 o 40.

$220 - \text{edat} = 208 - 0,7 \times \text{edat}$ resulta una edat = 40, per la qual cosa les persones per damunt de 40 anys tindran un màxim ritme cardíac recomanat més alt amb la nova fórmula.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Pregunta de resposta oberta

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Pública/Personal

La classificació de la situació depèn òbviament de si la gent està o no interessada en les dades estadístiques sobre la seva salut i el seu cos. Un pot argumentar sense temor a equivocar-se que la pregunta és científica (per l'ús

de fórmules), però molts esportistes (aficionats al footing, a la bicicleta, al rem, a passejar, etc.) sí que controlen de manera regular els seus batecs durant el seu exercici. La disponibilitat de dispositius electrònics de microtecnologia cada vegada més barats ha aconseguit que aquest aspecte de la salut sigui accessible per a la gent corrent. Això explica que la pregunta es classifiqui com “Pública/Personal”.

Ja que estem tractant més amb la construcció d'un model que amb la solució d'un problema intranscendent, s'imposa la seva classificació dins del grup de *connexions*, així com també s'imposa la seva pertinença a la subdimensió de *canvi i relacions*.

Comparar dues fórmules que fan referència a la salut d'una persona pot resultar una activitat que excita la curiositat, especialment quan es presenten de manera verbal. Normalment això les fa més accessibles als estudiants. Fins i tot abans de preguntar res, la reacció inicial dels estudiants pot ser veure com la seva edat els condueix a resultats recomanats diferents. Atès que l'alumnat avaluat per PISA té 15 anys, el resultat que sorgeix de la fórmula original és de 205 batecs per minut (i cal adonar-se'n que es tracta d'una freqüència per minut, informació que no s'ofereix a l'enunciat) i amb la fórmula revisada és de 198 ó 197. D'aquesta manera l'alumnat pot haver-se adonat que l'afirmació de l'article pot ser correcta.

No obstant això, l'exemple formulat és més complicat que tot això. Requereix que els estudiants descobreixin a quina edat coincideix el resultat de les dues fórmules. Això pot determinar-se mitjançant assaig i error (una estratègia ben assimilada per molts estudiants), però és més probable que s'utilitzi la via algebraica: $220 - \text{edat} = 208 - (0,7 \times \text{edat})$, que dona una resposta d'uns 40.

Des del punt de vista de la competència matemàtica i d'unes matemàtiques més orientades al currículum, aquest problema resulta ser molt rellevant i interessant. No obstant, les dades de la prova pilot indiquen que l'alumnat de 15 anys va trobar aquest problema bastant difícil.

Exemple 3.2

La fórmula per a la *màxima freqüència cardíaca recomanada* = $208 - (0,7 \times \text{edat})$ es fa servir també per determinar quan és més eficaç l'exercici físic. Les investigacions han demostrat que l'exercici físic és més eficaç quan els batecs cardíacs arriben al 80% de la màxima freqüència cardíaca recomanada.

Escriu una fórmula que calculi la freqüència cardíaca recomanada perquè l'exercici físic sigui més efectiu, expressada en termes d'edat.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 3.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que presentin qualsevol fórmula que sigui l'equivalent de multiplicar la fórmula del màxim ritme cardíac recomanat pel 80%.

- freqüència cardíaca = $166 - 0,56 \times \text{edat}$
- freqüència cardíaca = $166 - 0,6 \times \text{edat}$
- freqüència cardíaca $166 - 0,56 \times \text{edat}$
- freqüència cardíaca = $166 - 0,6 \times \text{edat}$
- freqüència cardíaca = $(208 - 0,7 \text{ edat}) \times 0,8$

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Pregunta de resposta oberta

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Pública/Personal

Aquest exemple sembla mesurar exactament les mateixes competències que l'exemple 3.1. El percentatge de respostes correctes és gairebé idèntic (en la prova pilot). Però hi ha una diferència important: en l'exemple 3.1 l'alumnat ha de comparar dos fórmules i decidir quan coincideixen en el resultat. En l'exemple 3.2 se'ls demana que elaborin una fórmula, alguna cosa que normalment no se'ls exigeix en molts països durant la seva formació escolar. Des d'un punt de vista estrictament matemàtic la pregunta no és res difícil: es tracta senzillament de multiplicar la fórmula per 0,8. Per exemple, freqüència cardíaca = $(208 - 0,7 \times \text{edat}) \times 0,8$. Podria semblar que fins i tot aquest simple maneig de les expressions algebraïques presentades en un context pràctic i real representa un repte substancial per a molts joves de 15 anys.

Unitat 4

PAGAMENTS PER SUPERFÍCIE

Els habitants d'un edifici de pisos decideixen comprar l'edifici. Posaran els diners entre tots de manera que cadascun pagui una quantitat proporcional a la mida del seu pis.

Per exemple, una persona que visqui en un pis que ocupa la cinquena part de la superfície del conjunt de pisos, haurà de pagar la cinquena part del preu total de l'edifici.

Exemple 4.1

Envolta amb un cercle la paraula *Correcte* o *Incorrecte* per a cada una de les afirmacions següents:

<i>Afirmació</i>	<i>Correcte / Incorrecte</i>
La persona que viu al pis més gran pagarà més diners per cada metre quadrat del seu pis que la persona que viu al pis més petit.	Correcte / Incorrecte
Si es coneixen les superfícies de dos pisos i el preu d'un d'ells, llavors es pot calcular el preu de l'altre.	Correcte / Incorrecte
Si es coneix el preu de l'edifici i quant pagarà cada propietari, llavors es pot calcular la superfície total de tots els pisos.	Correcte / Incorrecte
Si el preu total de l'edifici es reduís en un 10%, cadascun dels propietaris pagaria un 10% menys.	Correcte / Incorrecte

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 4.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen: Incorrecte, Correcte, Incorrecte, Correcte, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple complexa

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Pública

Aquesta pregunta exigeix un nivell bastant alt de competència de raonament proporcional i fa referència a una situació de vida pràctica en societat que probablement no resulti molt familiar als joves de 15 anys. El format d'elecció múltiple complexa utilitzat exigeix que els estudiants demostrin que han comprès àmpliament els conceptes implicats. A més, els estudiants han de llegir i entendre una sèrie d'enunciats matemàtics complexos. En la prova pilot aquesta pregunta va resultar bastant difícil.

Exemple 4.2

Hi ha tres pisos a l'edifici. El més gran d'ells, el pis 1, té una superfície total de 95 m². Els pisos 2 i 3 tenen superfícies de 85 m² i 70 m² respectivament. El preu de venda de l'edifici és de 300.000 zeds.

Quant haurà de pagar el propietari del pis 2? Escribeu els teus càlculs.

criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 4.2

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que especifiquen 102.000 zeds, amb o sense càlculs. No cal especificar la unitat.

- Pis 2: 102.000 zeds

- Pis 2: $\frac{85}{250} \times 300.000 = 102.000$ zeds

- $\frac{300.000}{250} = 120$ [zeds] per cada metre quadrat; el pis 2 val 102.000 z.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes en les quals l'estudiant aplica el mètode correcte, amb errors menors de càlcul.

- Pis 2: $\frac{85}{250} \times 300.000 = 102.000$ zeds

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Pregunta de resposta oberta

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Quantitat

Situació: Pública

L'exemple 4.2 és un exemple més concret que inclou pisos "reals" la superfície dels quals és "real". Els resultats de la prova pilot van confirmar que aquesta pregunta resulta molt més fàcil que la primera, que és més abstracta.

La classificació en el grup de competència de connexions és l'adequada atès que la resolució del problema comporta múltiples passos i el context no és familiar.

Unitat 5

ESTATURA DE L'ALUMNAT

Exemple 5.1

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. L'Elena ha estat la més alta: mesura 180 cm. En 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.

Quines de les conclusions següents poden deduir-se d'aquesta informació?

Envolta amb un cercle la paraula *Sí* o *No* per a cada conclusió.

<i>Conclusió</i>	<i>Pot deduir-se aquesta conclusió</i>
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
En Zdenek continua sent el més baix.	Sí / No

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 5.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen "No" a totes les conclusions.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple complexa

Grup de competència: Reflexió

Subdimensió: Incertesa

Situació: Educativa

La classificació és bastant senzilla: *incertesa*, ja que precisa la comprensió de conceptes estadístics; *educativa*, ja que és el tipus de problema que es troba en un escenari escolar; i *reflexió*, per l'important aspecte comunicatiu: els estudiants han d'entendre el llenguatge detalladament i els

conceptes subjacents, que són bastant sofisticats. El problema implica l'habilitat de formular preguntes («com puc saber...?», «com puc trobar...?», «què pot passar?», «què passaria si...?») i l'habilitat de comprendre i manejar conceptes matemàtics (mitjana) en contextos complexos.

Resulta important l'aspecte de la matematització consistent a identificar la informació i el contingut matemàtics rellevants. Una comprensió lectora superficial conduirà al desastre. La situació és vertaderament complexa: varia en la classe i al llarg del temps. L'entitat *classe* s'utilitza quan es tracta la mitjana de nois i noies per separat, però, posteriorment, s'afirma que l'Elena és la noia més alta i en Zdenek, el noi més baix. L'alumnat ha de realitzar una comprensió lectora curiosa per adonar-se que en Zdenek és un noi i que l'Elena és una noia. La variació en el temps consisteix que en un primer moment falten dos estudiants i que quan l'endemà se'ls inclou en la mesura, la mitjana no s'altera. La classe ha augmentat, però no se sap si aquests dos estudiants afegits són dues noies, dos nois o un noi i una noia.

Per respondre correctament a les cinc parts d'aquesta pregunta, l'alumnat ha d'explorar d'una manera complexa les relacions entre les dades i els resums estadístics de les esmentades dades. La prova pilot va mostrar que aquesta pregunta constituïa tot un repte per als joves de 15 anys.

Unitat 6

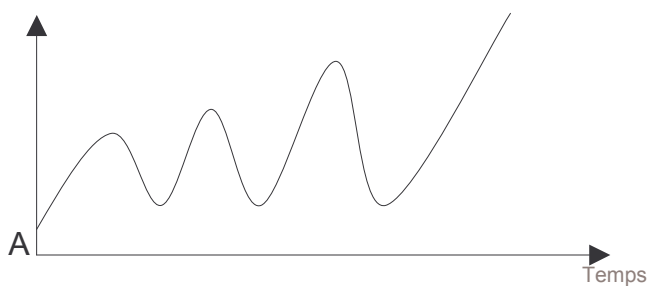
EL GRONXADOR

Exemple 6.1

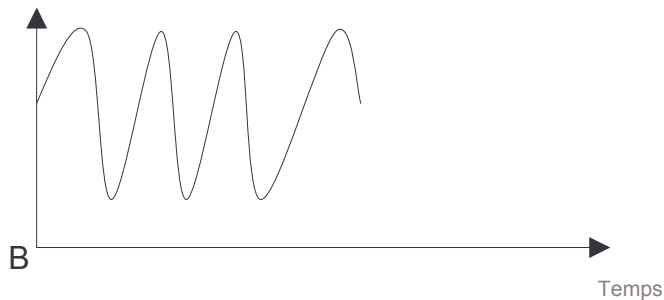
Mohammed està assegut en un gronxador. Comença a gronxar-se. Està intentant arribar tan alt com sigui possible.

Quin d'aquests gràfics representa millor l'altura dels seus peus per damunt del terra mentre es gronxa?

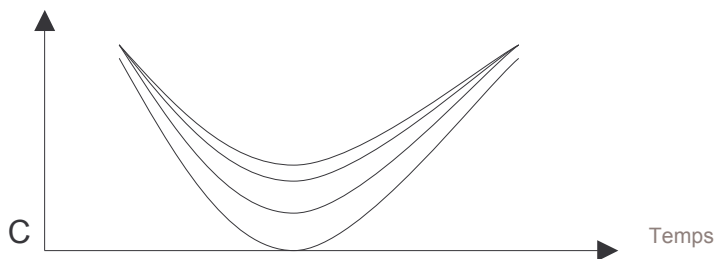
Altura dels peus



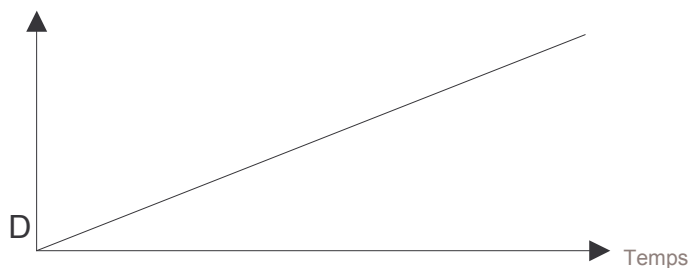
Altura dels peus



Altura dels peus



Altura dels peus



criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 6.1

Màxima puntuació
Codi 1: Resposta A.

Cap puntuació
Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Personal

Aquest tipus de pregunta és molt popular en certs països: quina representació gràfica s'ajusta a l'enunciat? En la dècada dels anys setanta, va ser el professor de matemàtiques canadenc Janvier qui va promoure el format al demanar als estudiants que identifiquessin el circuit de carreres que corresponia al gràfic de velocitat donat – formulant la pregunta al revés. En l'estudi PISA 2000 es va utilitzar una pregunta similar, que pot consultar-se en la publicació *Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment* (OCDE, París, 2002a).

En el cas del gronxador, la pregunta sembla més fàcil que la de PISA 2000, perquè aquí es poden rebutjar certes alternatives gairebé immediatament, el que no era el cas en el problema del circuit de carreres.

La resposta A sembla ajustar-se bastant bé. La B no comença amb els peus a terra i no augmenta amb cada balanceig; la C és una mera visualització de l'acció de balanceig; i en la D no hi ha balanceig. Per tant, la resposta correcta és A, i és la que van elegir la major part dels estudiants.

La classificació dins del grup de *connexions* és apropiada, perquè els estudiants han d'interpretar i vincular almenys dues representacions, textual i gràfica, i vincular el millor gràfic al text. La familiaritat amb el context pot afegir un component pràctic a l'avaluació de les opcions de resposta. Els estudiants han d'entendre el gràfic en el context familiar que se'ls presenta; no obstant això, les representacions gràfiques no resulten tan familiars.

Unitat 7

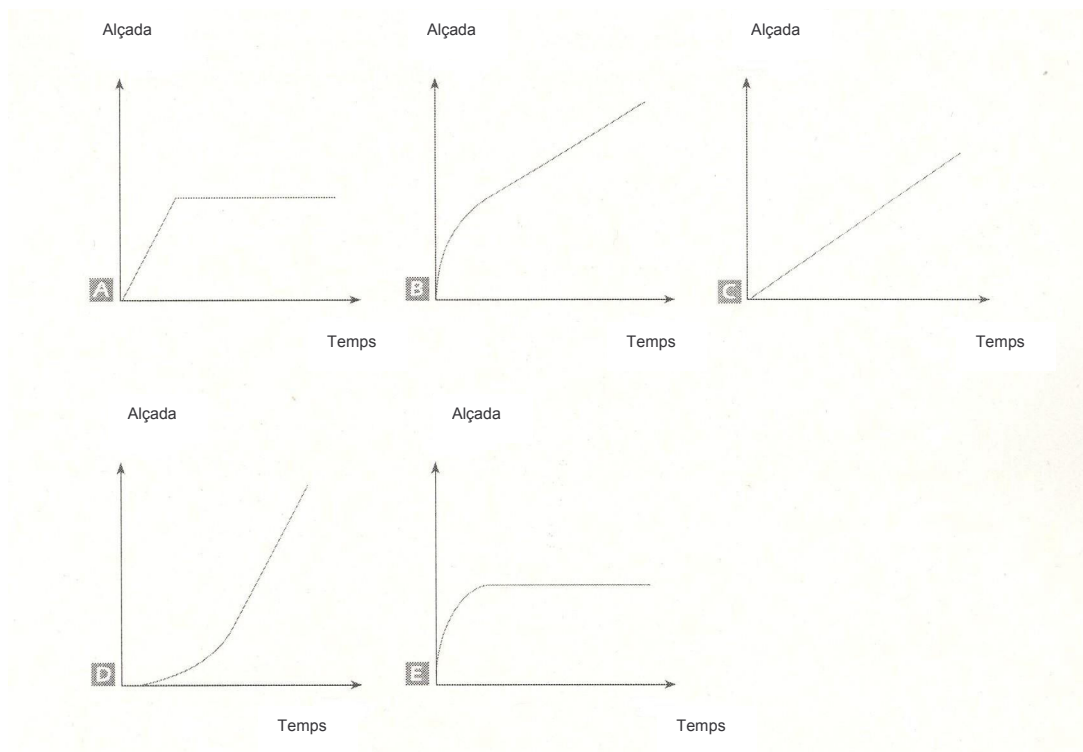
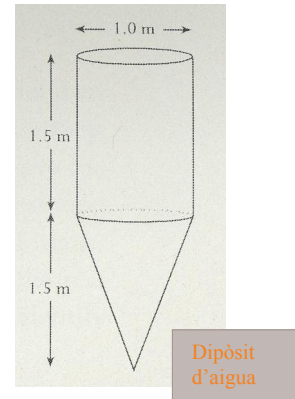
EL DIPÒSIT D'AIGUA

Exemple 7.1

Un dipòsit d'aigua té la forma i dimensions que es mostren en el dibuix. Inicialment el dipòsit està buit.

Després s'omple d'aigua a raó d'un litre per segon.

Quin dels gràfics següents mostra com va canviant l'altura de l'aigua en la cisterna en funció del temps?



Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 7.1

Màxima puntuació
Codi 1: Resposta B.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Elecció múltiple*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Canvi i relacions*

Situació: *Científica*

Aquest exemple no és molt complicat d'entendre per als estudiants: hi ha poc text i un dibuix clar. Els estudiants han de vincular el text i el dibuix i relacionar la seva comprensió amb les representacions gràfiques de les opcions de resposta. Aquestes competències s'engloben dins del grup *connexions*.

És interessant observar que aquesta pregunta conté informació supèrflua. Es detallen les mesures del dipòsit i el cabal constant que s'indica és d'un litre per segon. No obstant això, aquesta quantificació no serveix d'ajuda a l'alumnat, ja que els gràfics són únicament "globals" o "qualitatius". Això és interessant perquè poques vegades trobem informació supèrflua en les preguntes de matemàtiques, mentre que en els problemes del món real apareix contínuament. En realitat, una part important de qualsevol procés de matematització consisteix a identificar la part matemàtica important i rebutjar la informació supèrflua.

Encara que el context de la pregunta s'ha classificat com científic, aquest tipus de problemes es presenten també en situacions personals. Omplir un got, un gerro o un cub, especialment quan el recipient no és cilíndric, pot comportar alguna sorpresa si no es té en compte que la velocitat de l'augment en el nivell líquid depèn de la forma del recipient. Ser conscient d'aquest tipus de fets és forma part de la definició de competència matemàtica.

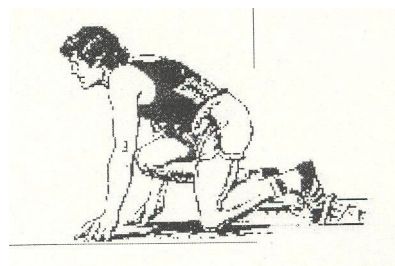
Unitat 8

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



Exemple 8.1

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			

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 8.1

Màxima puntuació

Codi 1:

Medalla	Carrer	Temps de reacció (seg.)	Temps final (seg.)
Or	3	0,197	9,87
Plata	2	0,136	9,99
Bronze	6	0,216	10,04

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Reproducció*

Subdimensió: *Quantitat*

Situació: *Científica*

Una pregunta de *reproducció* que exigeix la comprensió de la notació decimal (quantitat) però a la qual s'hi afegeix informació supèrflua i d'una certa complexitat a causa del temps de reacció, que no cal per contestar el primer exemple. Al voltant de les dues terceres parts de l'alumnat que van participar en la prova pilot van donar amb la resposta correcta, el que indica que es tracta d'una pregunta relativament fàcil per a la majoria dels joves de 15 anys.

Exemple 8.2

Fins avui, ningú ha estat capaç de reaccionar al tret de sortida en menys de 0,110 segons.

Si el temps de reacció registrat per un corredor és inferior a 0,110 segons, llavors es considera que s'ha produït una sortida falsa perquè el corredor deu haver sortit abans de sentir el senyal.

Si el temps de reacció del corredor que ha guanyat la medalla de bronze hagués estat menor, podria haver guanyat la medalla de plata? Justifica la teva resposta.

criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 8.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen sí, amb una explicació adequada. Per exemple:

- Sí. Si el seu temps de reacció hagués estat 0,05 seg més ràpid, hauria igualat el segon lloc.
- Sí, podria haver obtingut la medalla de plata si el seu temps de reacció hagués estat menor o igual que 0,166 seg.

- Sí, amb el temps de reacció més ràpid possible, ell hauria fet 9,93, que és suficient per aconseguir la medalla de plata.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes, incloent sí però sense una explicació adequada.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Quantitat*

Situació: *Científica*

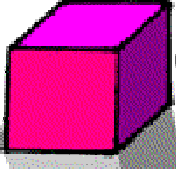
Aquest exemple precisa que l'alumne llegeixi i compregui allò que llegeix. Si s'ha contestat correctament l'exemple 8.1, es veu clarament que el corredor del carrer 6 (Bronze) té un temps de reacció lent (és el més lent de tots) i que el del carrer 2 (Plata) té un temps de reacció molt ràpid (el més ràpid de tots), però tots dos acaben pràcticament amb el mateix temps final (amb una diferència de només 0,05 segons). Per tant, el corredor del carrer 6 podria haver obtingut la medalla de plata si el seu temps de reacció hagués estat una mica més ràpid, ja que la diferència dels seus temps de reacció va ser bastant més gran que la diferència en els seus temps finals.

Donades les habilitats d'interpretació necessàries i la comparació poc habitual de decimals amb diferents graus d'arrodoniment, aquesta pregunta forma part del grup de competències de *connexions*.

Unitat 9

CONSTRUINT BLOCS

A la Susanna li agrada construir blocs amb cubs petits com el que es mostra en la figura següent:



Cub petit

La Susanna té molts cubs petits com aquest. Utilitza goma d'enganxar per unir els cubs i construir altres blocs.

Primer la Susanna enganxa vuit cubs per fer el bloc que es mostra a la figura A:




Figura A

Després la Susanna fa els blocs massissos que es mostren a les figures B i C següents:




Figura B




Figura C

Exemple 9.1

Quants cubs petits necessitarà la Susanna per fer el bloc que es mostra en la figura B?

Resposta:cubs.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 9.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen 12 cubs.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Reproducció*

Subdimensió: *Espai i forma*

Situació: Personal

En cada grup de preguntes és obligatori incloure preguntes molt fàcils i també preguntes més difícils, graduades segons els resultats dels estudiants. Aquesta pregunta és realment fàcil: els estudiants poden imaginar el problema directament ja que és molt probable que hagin utilitzat aquest tipus de blocs sovint (Lego, Duplo, etc.), i no és necessari fer una multiplicació per obtenir la resposta correcta. En la figura B veuen els sis primers cubs i saben que hi ha sis cubs més al darrere. Tant pel seu caràcter familiar com per la seva senzillesa aquesta és una pregunta típica del grup de *reproducció*.

Exemple 9.2

Quants cubs petits necessitarà la Susanna per fer el bloc massís que es mostra en la figura C?

Resposta: cubs.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 9.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen 27 cubs.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Reproducció*

Subdimensió: *Espai i forma*

Situació: *Personal*

L'exemple 9.2 es diferencia de l'exemple 9.1 en què el nombre de cubs és quelcom més gran (27 en lloc de 12), però conceptualment es tracta de la mateixa pregunta. La prova pilot mostra que aquesta pregunta va resultar relativament fàcil per a l'alumnat. Era d'esperar, atès que les competències per resoldre aquest problema són molt bàsiques. Els experts dels països participants van estar d'acord que les preguntes d'aquest tipus són molt semblants a les dels seus currículums respectius.

Exemple 9.3

La Susanna s'adona que ha d'utilitzat més cubs petits dels que realment necessitava per fer un bloc com el que es mostra en la figura C. S'adona que

podia haver construït un bloc com el de la figura C enganxant els cubs petits, però deixant-lo buit per dins.

Quin és el mínim nombre de cubs que necessita per fer un bloc com el que es mostra en la figura C, però buit?

Resposta: cubs.

criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 9.3

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen 26 cubs.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Espai i forma*

Situació: *Personal*

En l'exemple 9.2 se suposava que estàvem treballant amb cubs individuals i que, per tant, en necessitàvem 27, ja que, d'una altra manera, el bloc s'ensorraria. No obstant això, si es pogués utilitzar goma d'enganxar, seria possible construir un bloc com el C utilitzant menys de 27 blocs. Encara que la resposta "òbvia" és 26 (traient el cub central), hi ha diverses consideracions sobre aquest exemple. El problema és que la pregunta no diu explícitament que el bloc C hagi de veure's igual des de qualsevol angle. Això és important, perquè si cal aconseguir la figura C i s'utilitza goma d'enganxar, es pot treure més d'un cub. No obstant, això s'afirma implícitament en dir que el bloc ha d'estar buit a l'interior. És evident que, des d'un punt de vista lingüístic i d'interpretació, aquesta pregunta no resulta tan directa com l'anterior.

La pregunta pot classificar-se dins del grup de connexions per diverses raons: la matematització necessària per captar els elements essencials de la pregunta, la necessitat d'interpretar mentalment la figura C amb un forat al centre, el raonament i pensament necessaris per obtenir la resposta correcta i la falta d'un algorisme o procediment estàndard.

Exemple 9.4

Ara la Susanna vol construir un bloc que sembli un bloc massís i que tingui 6 cubs petits de llarg, 5 d'ample i 4 d'alt. Vol usar el menor nombre possible de cubs deixant el major buit possible a l'interior. Quin és el mínim nombre de cubs que necessitarà la Susanna per fer aquest bloc?

Resposta: cubs.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 9.4

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen 96 cubs.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Reflexió*

Subdimensió: *Espai i forma*

Situació: *Personal*

En l'exemple 9.4 cal suposar (per la manera com es planteja el problema) que es pot utilitzar goma d'enganxar una altra vegada. El problema ara és: «Quin és el mínim nombre de cubs necessari per construir un bloc buit de $6 \times 5 \times 4$?»

Tal com s'ha apuntat abans, els estudiants no disposen d'un procediment heurístic estàndard per contestar a aquesta pregunta. Tenir una imatge mental del cub que falta en una construcció de $3 \times 3 \times 3$ és quelcom molt diferent. En lloc d'haver d'extreure mentalment un cub, els estudiants s'han de plantejar una estratègia més generalitzable que comporta un raonament matemàtic més complex. Per tant, té sentit classificar aquesta pregunta dins del grup de competència de *reflexió*.

Com es pot trobar la resposta correcta? Una bona estratègia seria començar amb el número màxim de cubs: $6 \times 5 \times 4$, això dóna un total de 120. Després, mentalment, es treuen del centre tants com en sigui possible. Com que n'hi ha 6 de llarg, se'n poden treure 4; com que n'hi ha 5 d'ample, se'n poden treure 3; com que n'hi ha 4 d'alt, se'n poden treure 2. El total és $4 \times 3 \times 2$, el que dóna 24. Això dóna $120 - 24 = 96$, que és la resposta correcta. És una bona estratègia que mostra una comprensió real. En el context de la classe, seria interessant demanar als estudiants una explicació dels seus raonaments per així descobrir tècniques d'ensenyament eficaces.

Una altra estratègia seria considerar totes les parets necessàries per aconseguir el bloc desitjat. Un dibuix resultaria molt útil en aquest cas. Per construir la paret frontal es necessiten 5×4 blocs; per a la paret del darrere, uns altres 5×4 blocs. Per a la paret lateral no es necessiten 6×4 , ja que ja estan cobertes la part davantera i la del darrere. Per tant, la longitud de les parets laterals no és 6, sinó 4, per la qual cosa en calen 4×4 per a cada costat. Finalment, cal cobrir la base i la part superior sense tornar a comptar els cubs que ja tenim. Això ens dóna 3×4 . Total: 5×4 ; 5×4 ; 4×4 ; 4×4 ; 3×4 ; 3×4 , que ens dóna un total de 96.

Sens dubte, els estudiants disposaran de diferents estratègies a l'abast. Un estudi com PISA pot a vegades utilitzar-se per descobrir les estratègies que els estudiants creen o apliquen en enfrontar-se amb una situació d'aquesta

complexitat, en què els mitjans de què disposa el subjecte per formar-se una representació en el sentit tradicional són limitats.

Aquest problema constitueix un desafiament, gairebé estrictament intramatemàtic, però que no per això deixa de mobilitzar competències i habilitats, com la visualització a l'espai, que són essencials per a la competència matemàtica.

Unitat 10**CONCENTRACIONS D'UN FÀRMAC****Exemple 10.1**

A una dona ingressada en un hospital li posen una injecció de penicil·lina. El seu cos va eliminant gradualment la penicil·lina de manera que, una hora després de la injecció, només el 60% de la penicil·lina queda activa.

Aquesta pauta continua: al final de cada hora només queda actiu el 60% de la penicil·lina present al final de l'hora anterior.

Suposa que a la dona se li administra una dosi de 300 mil·ligrams de penicil·lina a les 8 del matí. Completa aquesta taula escrivint el total de penicil·lina que quedarà activa en la sang de la dona a intervals d'una hora des de les 08:00 fins a les 11:00 hores.

Hora	08:00	09:00	10:00	11:00
Penicil·lina (mg)	300			

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 10.1

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que inclouen les tres entrades correctes de la taula.

Hora	08:00	09:00	10:00	11:00
Penicil·lina (mg)	300	180	108	64,8 o 65

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que inclouen una o dues entrades correctes de la taula.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Canvi i relacions*

Situació: *Científica*

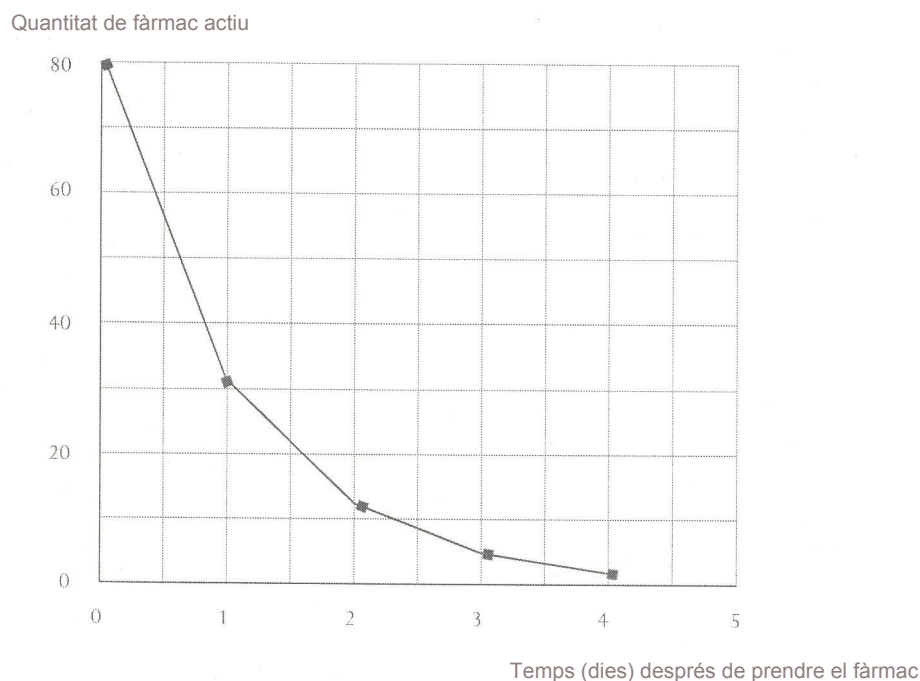
Aquest primer exemple sembla poc complicat, però la reducció exponencial no és un assumpte senzill per a molts estudiants. 60% del 60% del 60% del... pot semblar una regla senzilla, però els resultats de preguntes com

aquesta demostren que no és el cas. Encara que els percentatges es tracten àmpliament en l'educació primària, sovint els estudiants no estan preparats per treballar amb aquest coneixement en una situació diferent. Identificar la informació matemàtica rellevant significa comprendre la reducció percentual o exponencial (no necessàriament entendre les expressions, però sí el concepte), identificar el valor inicial (300) i aplicar repetidament el procés.

Resulta interessant observar la gran quantitat d'estudiants (50%) que no van aconseguir trobar la resposta correcta en la prova pilot. Això proporciona una indicació important a l'hora de jutjar la qualitat i/o l'eficàcia del procés d'ensenyament/aprenentatge.

Exemple 10.2

En Pere ha de prendre 80 mg d'un fàrmac per controlar la seva pressió sanguínia. El següent gràfic mostra la quantitat inicial del fàrmac i la quantitat que queda activa en la sang d'en Pere després d'un, dos, tres i quatre dies.



Quina quantitat de fàrmac queda activa al final del primer dia?

- A. 6 mg
- B. 12 mg
- C. 26 mg
- D. 32 mg

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 10.2

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta D: 32 mg

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Reproducció

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Científica

Aquest exemple és més senzill que l'anterior i únicament requereix que es llegeixi un gràfic, així que podem concloure que aquesta pregunta pressuposa competències de *reproducció*. No obstant això, la pregunta es presenta en un context inusual, i, per tant, requereix un cert grau d'interpretació.

Exemple 10.3

En el gràfic de la pregunta precedent es pot veure que, cada dia, queda activa en la sang d'en Pere aproximadament la mateixa proporció de fàrmac en relació al dia anterior. Al final de cada dia, quina de les següents xifres representa el percentatge aproximat de fàrmac del dia anterior que queda actiu?

- A. 20%.
- B. 30%.
- C. 40%.
- D. 80%.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 10.3

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta C: 40%.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Científica

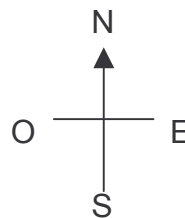
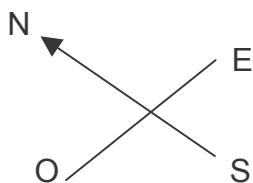
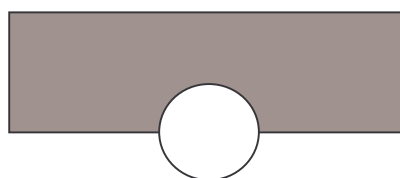
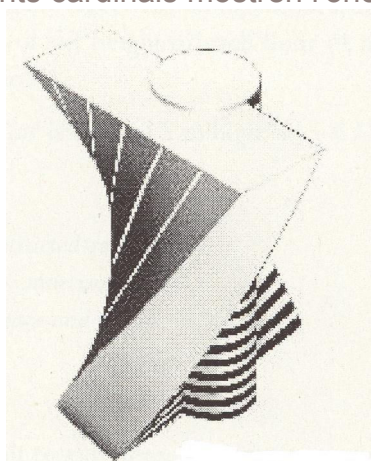
L'exemple 10.3 remet al gràfic de l'exemple 10.2. La pregunta en aquesta situació és: "Quina és la taxa de reducció?" Per estar presentada en un format d'elecció múltiple aquesta pregunta permet que els estudiants realitzin

una conjectura amb certa base, ja que coneixen el valor inicial, 80, i el valor següent, 32 (si han contestat correctament a l'exemple 10.2) o un valor pròxim a 30 (si no utilitzen l'exemple 10.2 i van directament al gràfic), i $3/8$ és un valor pròxim a 40%. Els requisits d'interpretació d'aquesta pregunta la situen dins del grup de competència de *connexions*.

Unitat 11**L'EDIFICI CARGOLAT**

En l'arquitectura moderna els edificis sovint tenen formes inusuals. La imatge següent mostra un model dissenyat per ordinador d'un "edifici cargolat" i un pla de la planta baixa.

Els punts cardinals mostren l'orientació de l'edifici.



A la planta baixa de l'edifici hi ha l'entrada principal i un espai per a botigues. Per damunt de la planta baixa hi ha 20 pisos d'habitatges.

El pla de cada planta és similar al de la planta baixa, però l'orientació de cada planta és lleugerament diferent de la de la planta immediatament inferior. En el cilindre es troben el forat de l'ascensor i un vestíbul per a cada planta.

Exemple 11.1

Calcula l'altura total de l'edifici en metres. Explica com has trobat la resposta.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 11.1

Màxima puntuació

Codi 2: S'acceptaran respostes entre 50 i 90 metres si es dóna una explicació correcta. Per exemple:

- L'altura aproximada d'un pis de l'edifici és 2,5 metres. També hi ha algun espai extra entre pisos. Per tant, un càlcul aproximat és $21 \times 3 = 63$ metres.
- Posant 4 m per a cada planta, 20 d'elles fan un total de 80 m, més 10 m per la planta baixa, s'obté un total de 90 m.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que presenten explicació i mètode de càlcul correctes, però es compten 20 plantes en lloc de 21. Per exemple:

- Cada habitatge podria mesurar 3,5 metres d'alt, 20 plantes de 3,5 metres donen un total de 70 m d'alt.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes, incloent una resposta sense explicació, respostes amb un número de plantes incorrecte, i respostes amb un càlcul inadmissible sobre l'altura de cada planta (4 m seria el límit màxim). Per exemple:

- Cada pis mesura al voltant de 5 m d'alt, així que 5×21 és igual a 105 metres
- 60 m.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta construïda oberta*

Grup de competència: *Connexions*

Subdimensió: *Espai i forma*

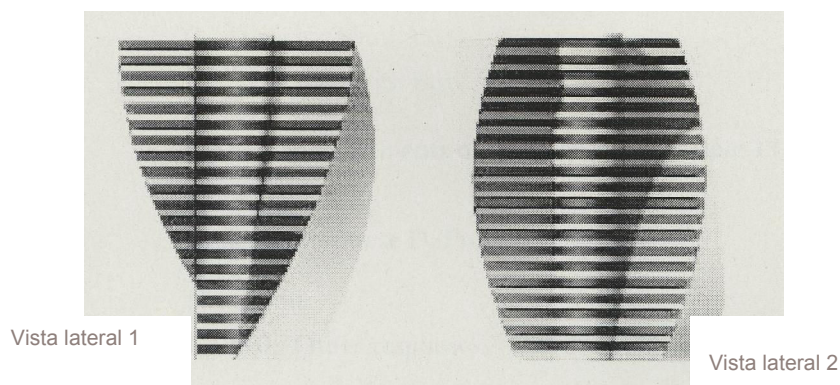
Situació: *Pública*

Les preguntes d'aquesta unitat requereixen imaginació i perspicàcia, especialment en allò que es refereix a la visualització espacial, en un context públic que compta amb elements familiars però que pot ser innovador per a molts estudiants. El primer exemple demana que els estudiants realitzin alguns judicis raonats sobre l'altura adequada per a les plantes d'un edifici alt, el que inclou tant l'altura «visible» de les habitacions de cada planta com l'espai necessari entre plantes. Els estudiants han de construir-se un model rudimentari i traduir la representació visual a una de numèrica. Aquestes competències es troben associades al grup de *connexions*.

Molts estudiants van ser capaços de resoldre aquest problema en la prova pilot, amb un percentatge lleugerament més gran de nois. No obstant, un número elevat d'alumnes va deixar la pregunta sense contestar, el que indica que molts no van voler o no van ser capaços d'utilitzar la seva imaginació de la manera necessària.

Exemple 11.2

Les imatges següents són vistes laterals de l'edifici cargolat.



Des d'on s'ha obtingut la vista lateral 1?

- A. Des del nord.
- B. Des de l'oest.
- C. Des de l'est.
- D. Des del sud.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 11.2

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta C: Des de l'est.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Espai i forma

Situació: Pública

El segon exemple fa que els estudiants comparin mentalment diferents representacions visuals d'un edifici i que seleccionin, d'entre les opcions presentades, la que descriu la relació entre dites representacions. El raonament espacial exigít col·loca la pregunta dins del grup de *connexions*.

Aquesta pregunta va resultar molt més fàcil que la primera, però va donar unes característiques pobres de mesura en diversos països participants. Pot ser que la qualitat del gràfic que es va utilitzar en la prova pilot no fos l'adequada per a les elevades exigències visuals de la pregunta.

Exemple 11.3

Des de quina orientació s'ha obtingut la vista lateral 2?

- A. Des del nord-oest.
- B. Des del nord-est.
- C. Des del sud-oest.
- D. Des del sud-est.

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 11.3

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta D: Des del sud-est.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Espai i forma

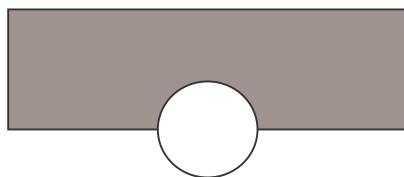
Situació: Pública

El tercer exemple és molt semblant a l'exemple 11.2. És interessant observar les diferents indicacions visuals de les dues vistes laterals dels estímuls dels exemples 11.2 i 11.3. L'exemple 11.3 va resultar una mica més difícil que l'exemple 11.2, possiblement a causa de les subtileses en les ombres de la imatge i als requisits d'interpretació que comporten.

Exemple 11.4

Cada planta dels habitatges té certa "torsió" pel que fa a la planta baixa. L'última planta (la 20^a per damunt de la planta baixa) forma un angle recte amb la planta baixa. La figura de sota representa la planta baixa.

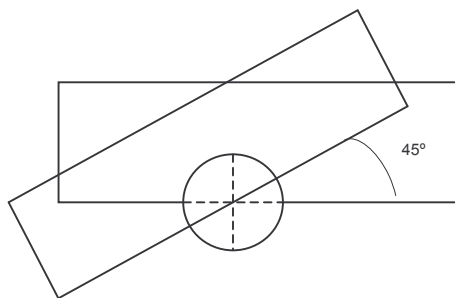
Dibuixa en aquest mateix gràfic el pla de la 10^a planta, mostrant com queda situada en referència a la planta baixa.



Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 11.4

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que presenten un dibuix correcte, és a dir, que el centre de rotació sigui el correcte i el sentit de la rotació sigui el contrari al de les agulles del rellotge. S'accepten angles de 40° a 50° .



Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que presenten incorrectament o l'angle de rotació, o el centre de rotació, o el sentit de la rotació.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Resposta construïda oberta

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Espai i forma

Situació: Pública

El quart exemple exigeix als estudiants imaginar l'efecte acumulatiu del fenomen de torsió al llarg d'un cert nombre d'etapes i elaborar una representació gràfica de la 10^a planta. Novament, el raonament espacial exigit col·loca la pregunta dins del grup de *connexions*.

La pregunta és relativament difícil i un número elevat d'alumnes la van deixar sense contestar en la prova pilot. Sembla que per l'alumnat de 15 anys aquest tipus de construcció geomètrica representa un repte.

Unitat 12**EL CONCERT DE ROCK****Exemple 12.1**

En un concert de rock es va reservar per al públic un terreny rectangular amb unes dimensions de 100 m per 50 m. Es van vendre totes les entrades i el terreny es va omplir de fans, tots drets.

Quina de les següents xifres constitueix la millor estimació del número total d'assistents al concert?

- A. 2.000
- B. 5.000
- C. 20.000
- D. 50.000
- E. 100.000

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 12.1

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta C: 20.000.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Grup de competència: Connexions

Subdimensió: Quantitat

Situació: Pública

El marc conceptual de matemàtiques destaca la importància de les habilitats d'estimació com a part de l'equipatge quantitatiu d'un ciutadà competent en matemàtiques. Aquesta pregunta s'ubica en un context que hauria de resultar bastant familiar a molts alumnes de 15 anys. No obstant això, després d'interpretar-ho, els estudiants han de desenvolupar un paper actiu per dur a terme suposicions sobre quant espai (per terme mitjà) ocuparia una multitud de gent dreta. Aquesta manera de formular el problema i el raonament matemàtic que comporta, col·loca la pregunta dins del grup de *connexions*.

S'ofereixen cinc opcions de resposta, de manera que els estudiants només han d'eleger la millor opció. L'opció A (2.000) implica que cada persona ocuparia una mitjana de 2,5 metres quadrats, la qual cosa comportaria una assistència molt escassa. L'opció E (100.000) implica que la mitjana seria de 20 persones per metre quadrat, que difícilment és possible i, per descomptat, res realista. Això deixa als estudiants tres densitats intermèdies: 1 persona, 4 persones o 10 persones per metre quadrat. Quina és l'opció més realista en les condicions descrites (totes les entrades venudes i el terreny ple amb tots els

fans drets)? Al voltant del 30% d'alumnat va escollir l'opció mitja més raonable, la opció C (20.000) en la prova pilot.

Unitat 13

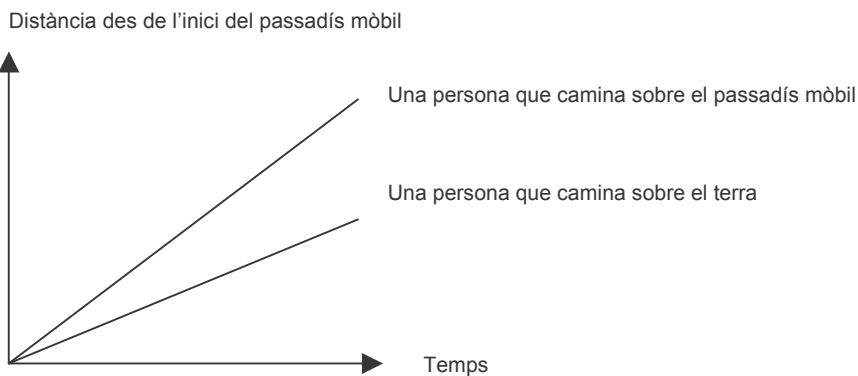
PASSADISSOS MÒBILS

Exemple 13.1

A la dreta hi ha una fotografia de passadissos mòbils.



El següent gràfic distància-temps permet comparar entre “caminar sobre el passadís mòbil” i “caminar sobre el terra al costat del passadís mòbil”.



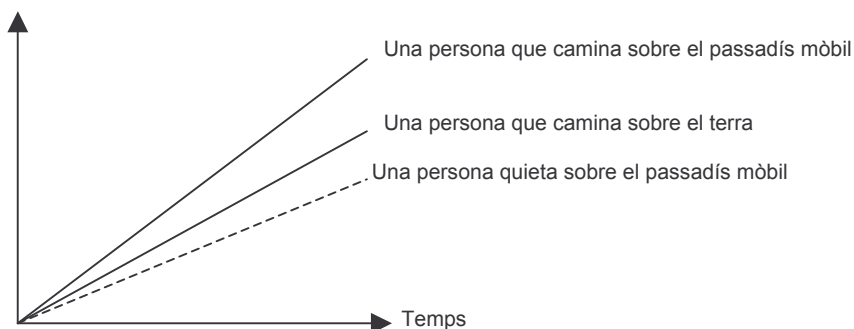
Suposant que, en el gràfic anterior, el ritme del pas és aproximadament el mateix per a les dues persones, afegeix una línia al gràfic que representi la distància en relació al temps per a una persona que està quieta sobre el passadís mòbil.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 13.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que mostren una línia per sota de les dues línies, però ha d'estar més a prop de la línia de *Persona caminant sobre el sòl* que de l'eix horitzontal.

Distància des de l'inici del passadís mòbil



Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Resposta construïda oberta

Grup de competència: Reflexió

Subdimensió: Canvi i relacions

Situació: Científica

L'enunciat d'aquesta pregunta presenta un objecte comú en alguns llocs públics i també recorda a altres fenòmens similars amb els quals poden estar més familiaritzats els estudiants de 15 anys (com caminar al costat d'un passadís mòbil o baixar corrent les escales al costat de l'escala mecànica). No obstant això, la naturalesa de la pregunta la ubica en una situació científica.

Els estudiants han d'ocupar-se de la representació matemàtica de la situació mostrada i han d'utilitzar una quantitat considerable d'imaginació i perspicàcia per entendre la representació. Per tant, per resoldre el problema i elaborar la resposta apropiada cal un raonament matemàtic bastant sofisticat. Aquestes competències són típiques del grup de connexions.

En la prova pilot aquesta pregunta va resultar ser molt difícil; l'índex d'encerts va ser d'un 15%.

Elaboració de les subdimensions matemàtiques

Quantitat

Descripció

Per organitzar el món en el qual vivim cal imperativament quantificar-lo: necessitem expressar què és “gran” o “petit”, “alt” o “baix”, “poc” o “molt”, “més” o “menys”. Identifiquem els models del món que ens envolta quantificant-los: en diem desena per a descriure allò que tenen en comú un conjunt de deu pomes, de deu persones, de deu cotxes o qualsevol altre conjunt de deu elements. Els nombres cardinals són una manera de descriure aquest tipus de models. Els nombres cardinals constitueixen el punt d'inici de les activitats de càlcul i un origen per a la recerca de models més profunds, com el de parells i imparèlls.

Però els nombres cardinals poden no ser el primer contacte fenomenològic per als nens petits. Els nens són capaços de reconèixer els conceptes petit i gran d'una manera qualitativa sense recórrer als números, sinó relacionant-los amb objectes de diferents mides (galleta petita enfront de galleta gran) i a conjunts d'objectes (tres objectes enfront de set objectes).

Si es mesura una magnitud, s'observa una utilització dels números diferent, molt més important en la vida diària. La longitud, l'àrea, el volum, l'altura, la velocitat, la massa, la pressió de l'aire, el valor monetari, tot plegat es quantifica mitjançant mesuraments.

Un aspecte important al tractar amb quantitats és el raonament quantitatiu. Aquest comporta:

- sentit numèric;
- comprensió del significat de les operacions;
- sentit de la magnitud dels números;
- 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.

La subdimensió 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 apropiat 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 que inclou l'alumnat de 15 anys.

Exemples

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.

Números 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 al 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 números que responen a la fórmula $n(n+1)/2$ es denominen números triangulars, ja que són exactament els números que s'obtenen al col·locar boles en un triangle equilàter.

Els cinc primers números triangulars, 1, 3, 6, 10, 15, es mostren en la Figura 1.5:

Figura 1.5 Els cinc primers números 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 aquest punt sobre les diferents estratègies i les relacions entre elles:

1. *Suposa 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.

Espai i forma

Descripció

La forma constitueix un objecte matemàtic vital, evolutiu i fascinant que està estretament relacionat amb la geometria, però que la supera en contingut, significat i mètode. La interacció amb formes reals implica comprendre el món visual que ens envolta i la seva descripció, i saber codificar i descodificar informacions visuals. També significa interpretar la informació visual. Per captar el concepte de forma, els estudiants han de ser capaços de descobrir de quina manera els objectes s'assemblen i com es diferencien dintre seu, d'analitzar els diferents components de l'objecte i de reconèixer formes en representacions i dimensions diferents.

És important no limitar-se a les formes com entitats estàtiques. Una forma pot transformar-se com una entitat i les formes poden modificar-se. Aquests canvis poden visualitzar-se molt bé a través dels ordinadors. Els estudiants haurien de ser capaços d'identificar pautes i regularitats quan les formes canvien. Un exemple d'això es presenta en la Figura 1.6 de la següent secció.

Un altre aspecte dinàmic important de l'estudi de les formes és la seva posició relativa a les altres formes i a la posició de l'observador. Per aconseguir això no només hem de comprendre la posició relativa dels objectes, sinó també considerar qüestions sobre com i per què veiem les coses de la manera que ho fem, etc. La relació entre les formes o imatges i les seves representacions en dues o tres dimensions desenvolupa aquí un paper fonamental.

Hi ha abundants exemples que precisen aquest tipus de raonament. Identificar i relacionar una fotografia d'una ciutat amb el mapa d'aquesta ciutat i indicar des de quin punt es va prendre la fotografia, ser capaços de dibuixar un mapa, entendre per què un edifici pròxim sembla més gran que un altre més allunyat, comprendre per què les vies del tren semblen ajuntar-se a l'horitzó, totes aquestes qüestions pertanyen a la subdimensió *d'espai i forma*.

Atès que els estudiants viuen en un espai tridimensional, haurien d'estar familiaritzats amb la visió dels objectes des de tres vistes ortogonals (per exemple, de front, de costat i per sobre). Han de ser conscients de l'abast i les limitacions de les diferents representacions de les formes tridimensionals tal i com s'observa en l'exemple de la Figura següent 1.7. No només han de comprendre la posició relativa dels objectes, sinó també com poden moure's a través de l'espai i de les construccions o formes. Un exemple podria ser llegir i interpretar un mapa i elaborar les indicacions de com anar del punt A al punt B utilitzant coordenades, el llenguatge comú o un dibuix.

La comprensió conceptual de les formes també comporta l'habilitat de prendre un objecte tridimensional i plasmar-lo en un pla bidimensional i viceversa, fins i tot quan l'objecte tridimensional es presenta en dues dimensions. Un exemple d'això es presenta en la Figura següent 1.8. Per

resumir, a continuació es presenta una llista d'aspectes clau de la subdimensió *espai i forma*:

- reconèixer formes i models;
- descriure, codificar i descodificar la informació visual;
- comprendre els canvis dinàmics de les formes;
- similituds i diferències;
- posicions relatives;
- representacions bidimensionals i tridimensionals i relacions entre elles;
- orientació a l'espai.

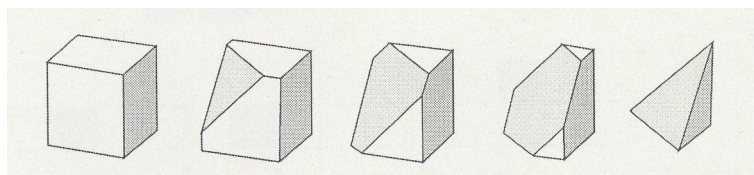
Exemples

La Figura 1.6 mostra un exemple simple de la necessitat de ser flexible a l'hora de veure com canvien les formes. Es tracta d'un cub que se'l va seccionant (és a dir, sobre el qual es realitzen talls plans). Poden plantejar-se preguntes com:

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?

Figura 1.6 **Un cub amb talls plans en diversos llocs**



A continuació es presenten tres exemples de la necessitat d'estar familiaritzats amb representacions de formes tridimensionals. En aquest primer exemple, es donen en la Figura 1.7 les vistes lateral i frontal d'un objecte elaborat amb cubs. La pregunta és:

Quants cubs s'han utilitzat per crear aquest objecte?

Figura 1.7 Vista lateral i frontal d'un objecte elaborat amb cubs



Pot resultar una sorpresa per a molts (tant per a l'alumnat com per al professorat) que el número màxim de cubs sigui 20 i el mínim sigui 6.

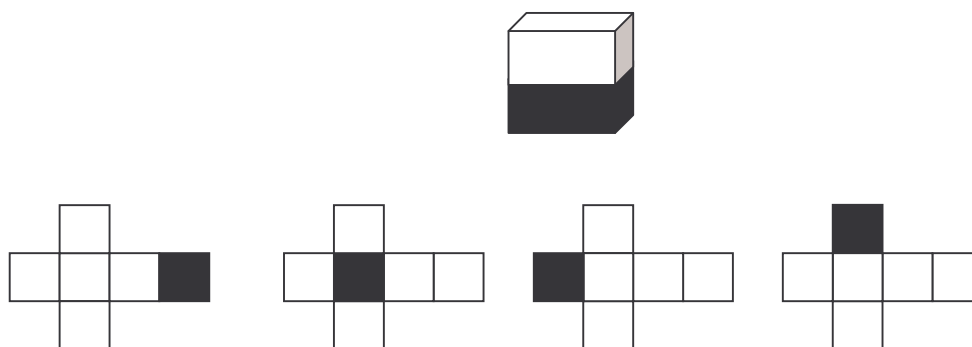
L'exemple següent mostra una representació bidimensional d'un graner i un desenvolupament incomplet del graner. El problema consisteix a completar el pla del graner.

Figura 1.8 Representació bidimensional d'un graner tridimensional i el seu desenvolupament (incomplet)



Un exemple final semblant a l'anterior és el de la Figura 1.9 (adaptada de [Hershkovitz] et al., 1996).

Figura 1.9 Cub de base negra



La meitat inferior del cub s'ha pintat de negra. 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

Descripció

Per a sensibilitzar-nos amb les regularitats de canvi, Stewart (1990) afirma que cal:

- 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 discretes.

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.

Les relacions condueixen 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

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.

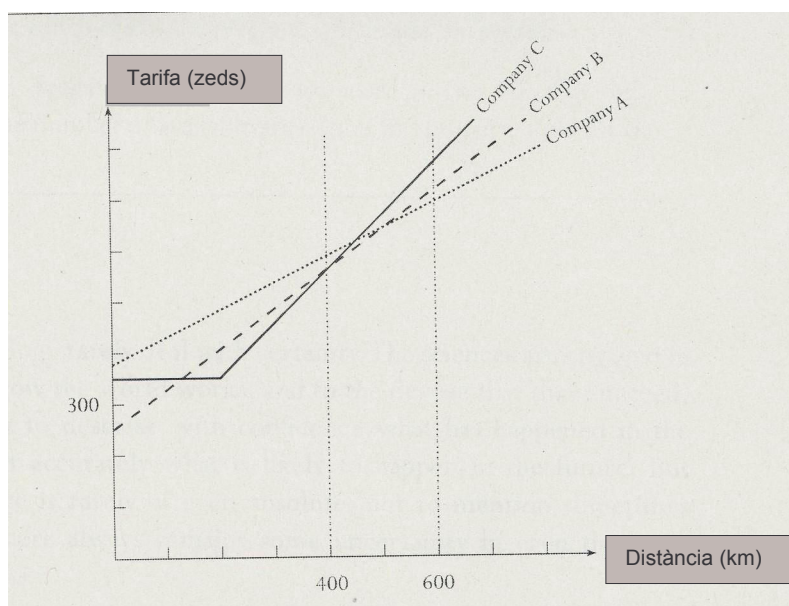
L'empresa A cobra un preu inicial de 375 zeds i 0,5 zeds per quilòmetre recorregut. L'empresa B cobra un preu inicial de 250 zeds i 0,75 zeds per quilòmetre recorregut. L'empresa C cobra un preu fix de 350 zeds fins a 200 quilòmetres i 1,02 zeds per quilòmetre posterior a aquests 200 km.

Quina empresa haurà d'elegir 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 1.10. es mostra una representació gràfica del problema.

Figura 1.10 **Tarifes de tres empreses d'autocars per a l'excursió**



Creixement cel·lular

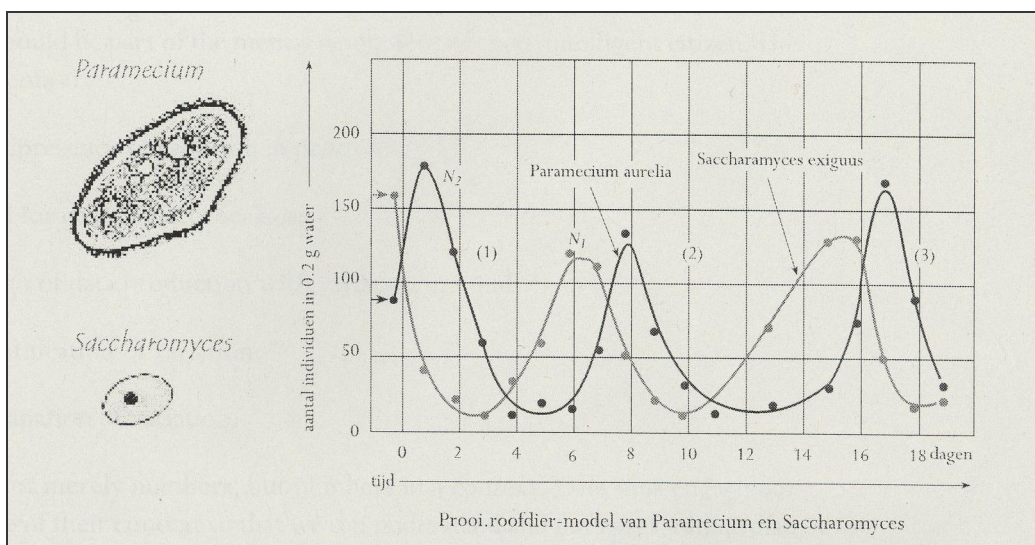
Uns metges estan controlant la proliferació de cèl·lules. S'interessen especialment pel dia que el recompte aconsegeixi 60.000, perquè és llavors quan han de començar un experiment. La taula de resultats és la següent:

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?

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. S'aplica aquesta propietat en el gràfic anterior?

Incertesa

Descripció

La ciència i la tecnologia rarament tracten amb certeses. Les ciències s'ocupen d'intentar descobrir com funciona el món i el grau que aconseguen esbrinar-ho, de la mateixa manera que ho fa la nostra capacitat per descriure amb seguretat el que ha ocorregut en el passat i per pronosticar amb precisió allò que és probable que succeeixi en el futur. No obstant això, el coneixement científic gairebé mai és absolut, això sense comptar les vegades que s'equivoca, de manera que sempre resta quelcom d'incertesa fins i tot en les prediccions més científiques.

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 del projecte PISA/OCDE 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).

La capacitat per tractar de manera intel·ligent amb la variació i la incertesa és l'objectiu de la formació sobre dades i atzar. La variació és un concepte amb el qual és difícil tractar: els nens que comencen el seu aprenentatge en ortografia i multiplicació pensen que el món és determinista; aprenen ràpidament a esperar que hi haurà una resposta correcta i les altres incorrectes, almenys quan les respostes tenen forma numèrica. La variació és quelcom inesperat i incòmode.

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 dades sobre 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 números únicament, sinó números en un context. D'aquesta manera, les dades mobilitzen el nostre coneixement del seu context perquè puguem entendre'ls i interpretar-los, en lloc de limitar-nos a realitzar només operacions aritmètiques. L'estadística no s'ensenya en els primers cursos perquè sí, sinó perquè és una manera efectiva de desenvolupar el raonament i la comprensió quantitativa i d'aplicar l'aritmètica i els gràfics a la resolució de problemes.

La recollida de dades correctes sobre assumptes importants no és una tasca senzilla. A l'estudi PISA/OCDE les dades han de ser interessants, rellevants i pràctiques i tenir un significat per a l'alumnat.

Les dades s'obtenen a través de la mesura de certes característiques, la qual cosa significa que es representaran mitjançant un número. Reflexionar sobre la mesura condueix a una comprensió madura de per què alguns números resulten informatius i altres irrelevants o absurds. En primer lloc cal definir què es considera una manera vàlida de mesura? Les longituds són raonablement senzilles: una regla servirà en molts casos amb un nivell d'exactitud suficient. Però per als àmbits pot plantejar-se un problema, ja que fins i tot en les mesures físiques entra en joc la incertesa. No només és important l'instrument, sinó també el grau d'exactitud necessari i la variabilitat dels mesuraments.

El disseny dels estudis de mostreig constitueix un tema central de l'estadística. L'anàlisi de les dades se centra en la comprensió de les dades específiques disponibles assumint que aquestes representen a 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.

Un exemple conegut és el següent:

El 1975, Ann Landers, una famosa columnista, va preguntar als seus lectors:

“Si haguéssin de passar per això una altra vegada, tindrien vostès fills?”

10.000 persones van contestar, el 70% de les quals va dir que NO.

Se sap que en les enquestes que són voluntàries, la majoria de les respostes procedeixen de la gent que té forts sentiments negatius sobre això. Una mostra nacional aleatòria sobre la mateixa pregunta va mostrar que un 90% dels pares tornarien a tenir fills.

L'essència de l'anàlisi de dades és deixar que les dades «parlin per si mateixes»; buscar les regularitats sense pensar primer si les dades són representatives d'un univers més ampli.

Els fenòmens tenen resultats particulars incerts i, sovint, la pauta dels resultats repetits és aleatòria. S'ha demostrat que la nostra intuïció del canvi contradiu profundament les lleis de la probabilitat (Garfield i Ahlgren, 1988; Tversky i Kahneman, 1974). Això es deu en part al contacte limitat que tenen els estudiants amb l'atzar. L'estudi de les dades ofereix un escenari natural per a obtenir aquest tipus d'experiència. Això explica per què la prioritat de l'anàlisi de dades sobre la probabilitat formal i la inferència hauria de ser un principi important per a l'aprenentatge i l'ensenyament de la incertesa. Fins i tot a la universitat, molts estudiants no són capaços d'entendre la probabilitat i la deducció a causa d'idees falses preconcebudes que no s'han solucionat mitjançant l'estudi de les regles formals. El concepte de probabilitat del present estudi PISA/OCDE 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 incertesa apareix també de fonts com la variació natural de l'estatura dels estudiants, la puntuació de comprensió lectora, 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 comporta l'avenç d'idees des de la simple anàlisi de dades a la producció de dades, fins a la probabilitat i la inferència.

Les activitats i conceptes matemàtics específics que són importants d'aquest àmbit són els següents:

- Producció de dades: Quins són els mitjans vàlids per mesurar determinades característiques? Són les dades vàlides per a la utilització prevista? L'actitud crítica desenvolupa un paper molt important aquí així com el disseny de l'estudi estadístic.

- Anàlisi de dades i presentació/visualització de dades, representacions gràfiques de dades, descripcions numèriques com mitjana i punt mitjà.

- Probabilitat.

- La inferència, que desenvolupa un paper menor per als estudiants d'aquest estudi perquè el tractament formal i els mètodes específics es reserven normalment per a l'educació secundària més avançada.

Exemples

Els següents exemples il·lustren la subdimensió *d'incertesa*.

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?

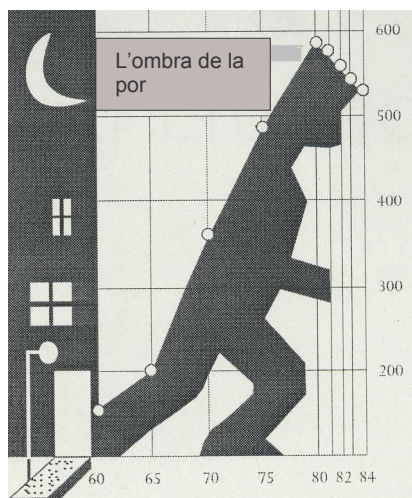
Creixement d'ingressos?

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.

Augment de la criminalitat

El gràfic següent s'ha extret de la revista setmanal de Zedlàndia *Les Notícies*

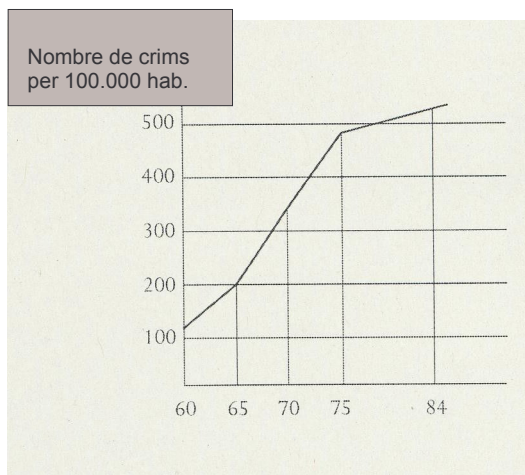


Taxa de crims violents per 100.000 habitants

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.

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 següent gràfic:



Els crims es tripliquen!!!
ATUREM-NE l'augment!

COMPREU SISTEMES D'ALARMA

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 la policia 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.

CAPÍTOL 2

NIVELLS DE COMPETÈNCIA EN COMPREENSIÓ 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 del projecte PISA/OCDE, es va adoptar per a aquest estudi la següent definició de competència en comprensió lectora:

«La competència en comprensió lectora consisteix en la comprensió i l'ús de textos escrits i en la reflexió personal a partir d'ells amb la finalitat d'assolir els objectius propis, desenvolupar el coneixement i el potencial personal i participar a 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 el projecte PISA/OCDE. 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 Mosenthal⁴ 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 del projecte PISA/OCDE.

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

⁴ 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.

Quadre 2.1. Distribució de les proves de competència en comprensió lectora segons el format i el tipus de text

- La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)
- La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003)

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 (%)	
• Textos continus				
La narració	20	16	13	10
L'exposició	33	68	22	43
La descripció	20	16	13	10
L'argumentació i persuasió	20	-	13	-
La instrucció	7	-	5	-
TOTAL	100	100	66	63
• Textos discontinus				
Quadres i gràfics	32	18	11	7
Taules	32	46	11	17
Diagrames	12	-	4	-
Mapes	9	9	3	3
Formularis	9	27	3	10
Anuncis	6	-	2	-
TOTAL	100	100	34	37

La distribució i varietat dels textos que els estudiants han de llegir per al projecte PISA/OCDE constitueixen característiques importants d'aquesta avaluació. El Quadre 2.1 mostra la distribució de les proves amb textos continus i discontinus en l'estudi PISA 2000 (la comprensió lectora com a àmbit principal) i en l'estudi PISA 2003 (la comprensió lectora com a àmbit secundari). Com es pot comprovar, tant en el cicle 2000 com en el 2003, els textos continus representen dos terços dels exercicis o preguntes inclosos en l'avaluació. Dins d'aquesta categoria, en els dos estudis, el percentatge més gran correspon als textos expositius. En el PISA 2000 i 2003 les preguntes basades en textos discontinus van representar més o menys una tercera part de les preguntes de l'avaluació. Dins d'aquesta categoria, en ambdós casos, les taules proporcionen el percentatge més elevat.

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

En un intent de propiciar situacions de comprensió lectora autèntiques, l'avaluació de la comprensió lectora del projecte PISA/OCDE mesura els

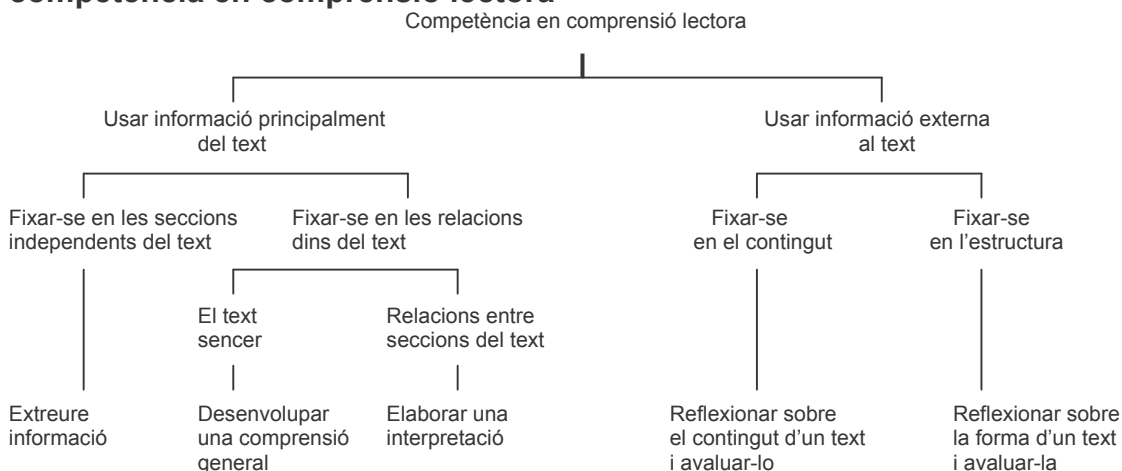
següents cinc aspectes de la comprensió lectora, necessaris per assegurar la plena comprensió d'un text, sigui continu o discontinu. Els estudiants han de demostrar la seva competència en tots els processos següents:

- 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.

El Quadre 2.2 identifica les principals característiques distintives dels cinc processos de comprensió lectora mesurats en el projecte PISA/OCDE. 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.

Quadre 2.2. 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 del Quadre 2.2, 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 descrigui 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 amplii'n 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 sobre el contingut d'un text i la seva valoració

La reflexió sobre el contingut d'un text i la seva avaluació 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 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 descrigui o comentï l'ús que fa l'autor de l'estil o que identifiqui la seva intenció o la seva actitud.

El Quadre 2.3 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.

Quadre 2.3. 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	30	23
Interpretació de textos	50	47
Reflexió i avaluació	20	30
TOTAL	100	100

Tipus de pregunta

El Quadre 2.4 mostra que, en el PISA 2000, el 45% dels exercicis de comprensió lectora corresponien a preguntes de resposta construïda oberta que exigien cert treball de valoració per part del corrector. En el PISA 2003 aquest percentatge s'eleva al 50%. 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.

Aquest quadre 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 del quadre 2.4. Per contra, si bé els exercicis de reflexió i valoració corresponen aproximadament al 20% dels utilitzats en els cicles PISA 2000 i 2003, només el 2% i 3% respectivament són preguntes d'elecció múltiple. Dels exercicis de reflexió i valoració, un 17% i un 27% respectivament són preguntes de resposta construïda oberta que requereixen cert treball de valoració per part del corrector.

Quadre 2.4. Distribució dels exercicis de competència en comprensió lectora segons els processos i tipus de pregunta

Proc	Tipus de pregunta		Tipus de pregunta		Tipus de pregunta		Tipus de pregunta		Total	
	Percentatge de preguntes de resposta múltiple	Percentatge de preguntes complexes de resposta múltiple	Percentatge de preguntes tancades	Percentatge de preguntes obertes (*)	Percentatge de preguntes de resposta múltiple	Percentatge de preguntes complexes de resposta múltiple	Percentatge de preguntes tancades	Percentatge de preguntes obertes (*)	Percentatge de preguntes de resposta múltiple	Percentatge de preguntes complexes de resposta múltiple
Extracció d'informació	7	1	7	14	30	3	10	10	30	23
Interpretació de textos	31	2	4	13	30		3	13	47	47
Reflexió i avaluació	2	1	0	17	3		27	27	20	30
TOTAL	40	5	11	45	33	3	13	50	100	100

(*) Aquesta categoria inclou preguntes de resposta curta

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 psicomètrics 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 complexa en PISA/OCDE.

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 l'avaluació de la competència en comprensió lectora del projecte PISA/OCDE 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 el projecte PISA/OCDE 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).

El Quadre 2.5 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). La distribució d'exercicis entre les situacions és més homogènia en el cicle de 2003.

Quadre 2.5. Distribució dels exercicis de competència en comprensió lectora segons la situació

- La comprensió lectora com a àmbit principal (PISA 2000)
- La comprensió lectora com a àmbit secundari (PISA 2003)

Situació	Percentatge d'exercicis	
	Principal (PISA 2000)	Secundari (PISA 2003)
Personal	18	23
Pública	38	23
Laboral	16	23
Educativa	28	31
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

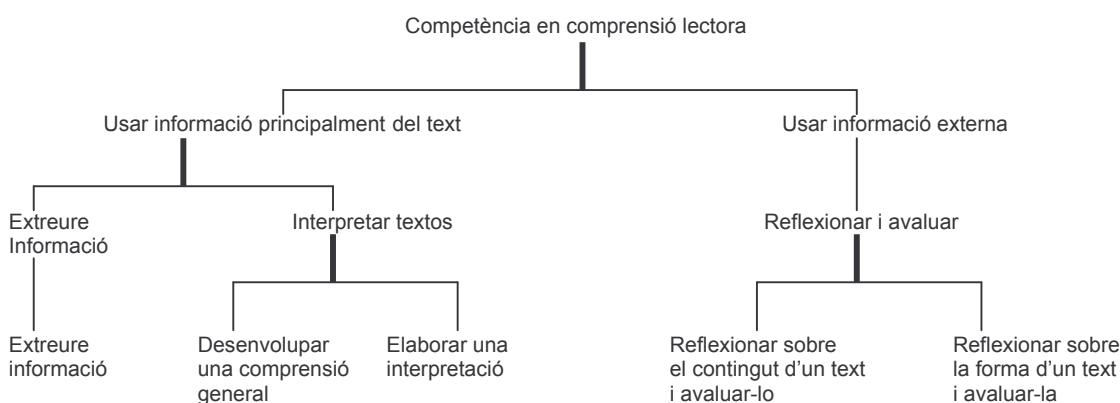
El PISA 2003 seguirà l'esquema de presentació dels resultats usat en l'estudi PISA 2000, que presentava els resultats segons una escala de competència amb base teòrica i interpretable en termes de política educativa. Els resultats de l'avaluació de la competència en comprensió lectora es van presentar 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 de procés

El Quadre 2.6 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, un poc arbitrària.

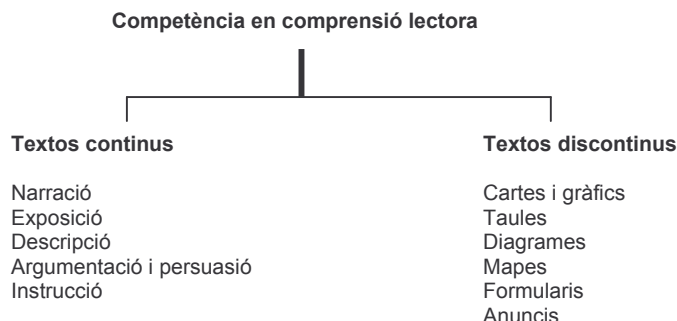
Quadre 2.6. Relacions entre el marc conceptual de competència en comprensió lectora i les subescales de procés



Les subescales relatives al format del text

L'estudi PISA 2003 oferirà 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). El Quadre 2.7 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 forma d'organitzar les dades permet observar les diferències existents entre els països en relació amb les habilitats en aquestes àmbits.

Quadre 2.7. 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 el projecte PISA/OCDE 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 el Quadre 2.8 es mostra una planificació de preguntes del PISA 2000 i és important donar una petita explicació sobre la forma d'interpretar-la. En el Quadre 2.8, 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.

Figura 2.8. 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	Discontínu
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 deduït-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 TRETS 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.		○		■	

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.

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 comitès 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 el quadre 2.9.

Quadre 2.9. **Mapa de nivells de competència en comprensió lectora**

<p>Nivell 5</p> <p>Extreure informació Trobar i ordenar o combinar fragments múltiples d'informació molt poc explícita alguns del quals poden estar fora del cos principal del text. Deduir quina informació del text és rellevant per a l'exercici. Treballar amb informació que pot induir a error però molt plausible.</p> <p>Interpretació de textos Interpretar el significat del llenguatge matisat o demostrar una comprensió plena i detallada d'un text.</p> <p>Reflexió i avaluació 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Nivell 4</p> <p>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. Deduir quina informació hi ha en el text que sigui rellevant a l'exercici.</p> <p>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</p> <p>Reflexió i avaluació Utilitzar coneixements formals o públics per crear una hipòtesi o avaluar críticament un text. Demostrar una comprensió acurada de textos llargs o complexos.</p>

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 avaluació

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 avaluació

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 avaluació

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 aconseguïdes 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.

El Quadre 2.10 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).

Quadre 2.10. 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

El Quadre 2.10 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, el projecte PISA/OCDE 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.

CAPÍTOL 3

NIVELLS DE COMPETÈNCIA CIENTÍFICA

Una habilitat important per als joves és la capacitat d'extreure conclusions apropiades a partir de fets i dades coneguts, de criticar els arguments d'altres en base als fets presentats i de distingir entre una mera opinió i una afirmació sustentada per fets. Les ciències desenvolupen aquí un paper important donada la seva relació amb la racionalitat, al contrastar idees i teories amb la informació real del món que ens envolta. Això no vol dir que les ciències prescindixin de la creativitat i de la imaginació, ja que aquestes han ocupat sempre un lloc rellevant en el procés de comprensió del món per part de l'home. Les idees que a vegades semblen haver sortit del no res han estat caçades al vol gràcies a un mecanisme que Einstein va descriure com «la via de la intuïció, que és capaç de sentir l'ordre que s'amaga després de la aparença» (Einstein, 1933). Quines són les idees que s'aprofiten és una cosa que depèn de la seva acceptabilitat social en el moment històric, de manera que els avenços del coneixement científic depenen no només de la creativitat dels individus, sinó també de la cultura en la qual es proposen. No obstant això, una vegada s'ha dut a terme el salt creatiu i s'ha articulat un nou marc teòric per al coneixement, aquest ha de comprovar-se a consciència enfront de la realitat. Com afirma Hawking (1988):

«Una teoria és bona si satisfà dos requisits: ha de descriure fidelment un gran nombre d'observacions a partir d'un model que contingui només uns pocs elements arbitraris i ha de realitzar prediccions precises dels resultats de les observacions futures» (Hawking, 1988, pàg. 9).

Les teories que no aconsegueixen aquests requisits, o que no poden comprovar-se, no són teories científiques. És important que qualsevol ciutadà cultivat sàpiga distingir entre les preguntes que la ciència pot respondre i les que no, així com entre el fet científic i el pseudo-científic.

Definició de l'àmbit de coneixement

El pensament actual sobre els resultats desitjats d'una educació en ciències per a tots els ciutadans posa èmfasi en el desenvolupament d'una comprensió global dels conceptes fonamentals i dels marcs explicatius de la ciència, dels mètodes mitjançant els quals aquesta aconsegueix que els fets recolzin les seves afirmacions i del poder i les limitacions de la ciència en el món real. Es valora especialment la capacitat per aplicar aquests coneixements a situacions reals en les quals cal valorar afirmacions i prendre decisions. Per exemple, Millar i Osborne (1998) han identificat l'enfocament d'un currículum científic contemporani com «la capacitat per llegir i assimilar informació científica i tècnica i valorar la seva importància». El seu informe prossegueix:

«En aquest enfocament, l'atenció no se centra en com “fer ciència”. Tampoc en com crear coneixements científics ni a recordar-los breument en un examen final. [...] Així doncs, en ciències, caldria demanar als

estudiants que fossin capaços d'avaluar proves fonamentades en fets, de distingir entre teories i observacions i de valorar el grau de confiança que cal concedir a les explicacions proporcionades» (Millar i Osborne, 1998).

Aquests haurien de ser els resultats de la formació en ciències per a tots els estudiants. Per a alguns alumnes, els pocs que es convertiran en els científics del demà, això s'ampliarà a un estudi en profunditat de les idees científiques i al desenvolupament de la capacitat de «fer ciència».

Si es tenen presents aquests punts, l'objectiu principal de l'educació científica, que haurà de ser el punt central del projecte PISA/OCDE, és que l'alumnat arribi a obtenir una competència científica. Aquest terme s'ha emprat en diversos contextos. Per exemple, *l'International Forum on Scientific and Technological Literacy for All* (Fòrum internacional sobre competència científica i tecnològica per a tots, UNESCO, 1993) va oferir diverses definicions, com ara:

«La capacitat per actuar amb entesa i confiança, i en els nivells adequats, de manera que es produeixi un major domini del món material i del món de les idees científiques i tecnològiques» (UNESCO, 1993).

Entre els molts i diferents punts de vista sobre la competència científica (estudiats per Shamos, 1995; Laugksch, 2000; vegeu també Graeber i Bolte, 1997), es troben les idees sobre els nivells de competència científica. Per exemple, Bybee (1997) ha proposat quatre nivells, dels quals els dos inferiors són la “competència científica nominal”, que consisteix en el coneixement dels noms i els termes, i la “competència funcional”, que s'aplica als qui són capaços d'utilitzar el vocabulari científic en contextos limitats. Aquests nivells es consideren massa baixos per a incloure'ls dins del marc PISA/OCDE. El nivell més alt identificat per Bybee és la “competència científica multidimensional”, que comporta l'entesa de la naturalesa de la ciència, de la seva història i del seu paper dins de la cultura, en un nivell més adequat per a l'elit científica que per a la majoria dels ciutadans. Potser és l'assumpció que la competència científica comporta un raonament en aquest nivell d'especialització que dificulta la divulgació d'una idea més assequible sobre ella. D'acord amb els objectius del marc conceptual de ciències de l'estudi PISA/OCDE, el més apropiat es troba més pròxim al tercer nivell descrit per Bybee, la “competència científica conceptual i de procediment”.

Després de considerar les descripcions existents, el projecte PISA/OCDE defineix la competència científica de la següent manera:

La competència científica és la capacitat d'utilitzar el coneixement científic per identificar preguntes i extreure conclusions basades en fets amb la finalitat de comprendre i de poder prendre decisions sobre el món natural i sobre els canvis que ha produït en ell l'activitat humana.

Les següents observacions amplien el significat que es condensa en aquesta afirmació.

La competència científica...

És important destacar que per a la competència científica el coneixement científic (en el sentit de coneixement de la ciència) i els processos mitjançant els quals aquest es desenvolupa no només resulten essencials, sinó que també estan estretament relacionats a la mateixa accepció del terme. Tal com s'explicarà més endavant, els processos només són científics si s'apliquen a qüestions científiques. D'aquesta manera, la utilització dels processos científics comporta necessàriament certa comprensió dels temes científics. La idea de competència científica aquí adoptada té en compte aquesta combinació de maneres de pensar i comprendre els aspectes científics del món.

...utilitzar el coneixement científic per identificar preguntes i extreure conclusions basades en fets...

En la definició anterior es fa servir el terme *coneixement científic* per englobar quelcom més que el coneixement dels fets, noms i termes. Inclou també la comprensió dels conceptes científics fonamentals, de les limitacions del coneixement científic i de la naturalesa de la ciència com activitat humana. Les preguntes que cal identificar són aquelles que poden respondre's mitjançant la investigació científica, cosa que implica tant el coneixement de la ciència com els aspectes científics de temes específics. Extreure conclusions basades en fets comporta conèixer i aplicar processos de selecció i avaluació de la informació o de les dades, alhora que es reconeix que, sovint, no es compta amb la informació suficient per extreure conclusions definitives i que, per tant, es fa necessari especular de manera cauta i conscient sobre la informació disponible.

...comprendre i prendre decisions...

En primer lloc aquesta afirmació indica que la comprensió del món natural es valora com un fi en si mateix i com un requisit necessari per prendre decisions. En segon lloc indica que pot ajudar a prendre decisions, encara que rares vegades les determina. Les decisions pràctiques sempre tenen lloc en situacions de dimensions socials, polítiques o econòmiques, i el coneixement científic es fa servir en el context dels valors humans referents a aquestes dimensions. Quan hi ha un consens sobre aquests valors, l'ús de dades científiques no resulta controvertit. No obstant, quan no hi ha consens, la selecció i l'ocupació de les dades científiques seran més polèmics en la presa de decisions.

...el món natural i els canvis que ha produït en ell l'activitat humana...

L'expressió "món natural" s'utilitza com una abreviatura per designar el medi físic, els éssers vius i les relacions que s'estableixen entre ells. Les decisions sobre el món natural inclouen aquelles relacionades amb la ciència i relatives a la persona i a la família, a la comunitat i als assumptes del món. Els canvis produïts per l'activitat humana es refereixen a l'adaptació planificada o no del món natural als propòsits humans (tecnologies senzilles i complexes) i a les seves conseqüències.

Aquí és important tenir present (i aquesta idea s'ampliarà més endavant) que la competència científica no és una dicotomia. És a dir, que no es pretén categoritzar a les persones com a competents o incompetents en ciències, sinó constatar l'existència d'una progressió des d'una competència menys desenvolupada fins a una altra més desenvolupada. Per exemple, l'estudiant amb una competència científica menys desenvolupada pot ser capaç d'evocar un coneixement científic simple i objectiu (p. ex., noms, fets, terminologia, regles simples) i d'utilitzar el coneixement científic comú a l'hora d'extreure o avaluar conclusions. Una competència científica més desenvolupada es demostrarà a través de la capacitat de crear o utilitzar models conceptuals simples per dur a terme prediccions o donar explicacions, de realitzar-les i transmetre-les amb precisió, d'analitzar les investigacions científiques en relació amb un disseny experimental, d'utilitzar dades com a referències basades en fets per valorar diferents punts de vista o perspectives i les seves implicacions, i per transmetre aquestes valoracions amb precisió.

Organització de l'àmbit

La definició de competència científica del projecte PISA/OCDE comprèn tres aspectes:

- *coneixement i conceptes científics*, que s'avaluaran a través de la seva ocupació en matèries específiques,
- *processos científics*, que, atès que són científics, comporten el coneixement de la ciència; no obstant això, en l'avaluació, aquest coneixement no haurà de constituir la dificultat més gran per a poder contestar correctament a les preguntes,
- *situacions o context* en els quals s'avaluen el coneixement i els processos i que adopten la forma de problemes de contingut científic.

Encara que aquests aspectes de la competència científica es tractaran separatament, cal precisar que en l'avaluació d'aquesta competència sempre apareixerà una combinació dels tres.

Els dos primers aspectes s'utilitzen tant per a l'elaboració de les preguntes de prova com per a la descripció del rendiment de l'alumnat. El tercer aspecte garanteix que, a l'hora d'elaborar les proves, es faci intervenir un ventall prou ampli de situacions pertinents en termes de competència científica.

Els apartats següents desenvolupen els tres aspectes que organitzen les proves. Quan es fa un plantejament sobre aquests aspectes, el marc conceptual del projecte PISA/OCDE s'ha assegurat que l'enfocament de l'avaluació se centri en el producte de l'educació científica considerada com un tot.

Coneixement científic o contextos

Només pot avaluar-se una mostra de les idees científiques. A més, l'objectiu del projecte PISA/OCDE no és comptabilitzar tot el coneixement que pugui tenir l'alumnat, sinó descriure en quin grau és capaç d'aplicar el seu coneixement en contextos importants per a la seva vida present i futura. No s'ha pretès per tant identificar una llista de possibles coneixements avaluable, sinó de definir els criteris de selecció. Així, el coneixement que serà avaluat ha estat seleccionat a partir dels grans dominis de la física, la química, la biologia i les ciències de la Terra i l'espai, d'acord als tres criteris següents:

- El primer d'ells és la seva rellevància en les situacions quotidianes. Els coneixements científics es diferencien en el grau que resulten útils en la vida diària. Per exemple, encara que la teoria de la relativitat ofereix una descripció més detallada de les relacions entre longitud, massa, temps i velocitat, les lleis de Newton són més útils en assumptes relacionats amb la comprensió de les forces i el moviment en la vida diària.
- El segon criteri és que el coneixement i els àmbits d'aplicació seleccionats haurien de tenir una importància per a la vida que es mantingués al llarg de, almenys, la pròxima dècada. Donat que està previst que la prova final de ciències tingui lloc l'any 2006, el cicle 2003 del projecte PISA/OCDE se centrarà en el coneixement que probablement segueixi sent important en les ciències i en la política educativa pública durant un nombre significatiu d'anys.
- El tercer criteri és que el coneixement necessari pugui combinar-se amb alguns processos científics seleccionats. Això no seria així si l'únic que s'exigís fora recordar noms o definicions.

El Quadre 3.1 mostra el resultat de l'aplicació d'aquests criteris al contingut dels àmbits científics principals. Enumera els temes científics principals, amb alguns exemples del coneixement que abracen. Aquest coneixement cal per entendre el món natural i per donar sentit a les noves experiències. L'esmentat coneixement depèn i deriva de l'estudi dels fets i fenòmens específics, però va més enllà del coneixement detallat que procedeix l'estudi d'aquestes qüestions. Els exemples del Quadre 3.1 es presenten per expressar el sentit dels temes; amb això no es pretén enumerar exhaustivament tots els coneixements que engloba cada tema.

Quadre 3.1: Principals temes científics per a l'avaluació de la competència científica

- Estructura i propietats de la matèria (conductivitat termal i elèctrica)
- Canvi atmosfèric (radiació, transmissió, pressió)
- Canvis químics i físics (estat de la matèria, índexs de reacció, descomposició)
- Transformacions d'energia (conservació d'energia, degradació d'energia, fotosíntesi)

- Forces i moviment (forces equilibrades/desequilibrades, velocitat, acceleració, ímpetu)
- Forma i funció (cèl·lula, esquelet, adaptació)
- Biologia humana (salut, higiene, nutrició)
- Canvi fisiològic (hormones, electròlisi, neurones)
- Biodiversitat (espècies, reserva de gens, evolució)
- Control genètic (predomini, herència)
- Ecosistemes (cadena alimentàries, sostenibilitat)
- La terra i el seu lloc en l'univers (el sistema solar, canvis diürns i estacionals)
- Canvi geogràfic (moviment continental, efectes del clima)

Processos científics

Els processos són accions mentals (i a vegades físiques) que s'utilitzen al concebre, obtenir, interpretar i utilitzar proves o dades amb l'objectiu d'aconseguir un coneixement o comprensió. Els processos han de col·locar-se en relació amb alguna matèria; un procés lliure de contingut no té sentit. Poden aplicar-se a una àmplia gamma de matèries i es converteixen en processos científics quan la matèria procedeix d'aspectes científics del món i el resultat de la seva aplicació és ampliar la comprensió científica.

Allò que normalment es descriu com a processos científics cobreixen un ampli conjunt d'habilitats i sabers necessaris per recopilar i interpretar els fets del món que ens envolta i extreure'n conclusions. Els processos relatius a la recopilació de fets inclouen els relatius a l'exercici de la investigació científica: planificar i dissenyar situacions experimentals, prendre mesures i realitzar observacions amb els instruments necessaris, etc. El desenvolupament d'aquests processos figura entre els objectius de la formació escolar en ciències de manera que els estudiants puguin experimentar i comprendre com es crea el coneixement científic i captar la naturalesa de la investigació científica. Pocs seran els estudiants que necessitin fer ús d'aquestes habilitats pràctiques amb posterioritat a la seva vida escolar; no obstant això, sí que necessitaran haver entès els processos i conceptes desenvolupats mitjançant les manipulacions i les experiències pràctiques. A més, hi ha raons sòlides per creure que allò que tradicionalment s'ha considerat com el «procés científic» — mitjançant el qual s'extreuen conclusions de manera inductiva a partir de les observacions i que encara preval en la manera que encara s'ensenyen les ciències a moltes l'escola— és contrari a la manera com es desenvolupa el coneixement científic (p. ex., Ziman, 1980).

La competència científica tal i com es presenta aquí atorga una major prioritat al fet d'utilitzar el coneixement científic per a “extreure conclusions basades en fets” que a l'habilitat de recopilar els fets rellevants per un mateix. L'habilitat per relacionar els fets i dades amb afirmacions i conclusions es considera essencial, i tots els ciutadans han de saber realitzar judicis sobre els aspectes de les seves vides que es veuen afectats per les ciències. Tot ciutadà necessita saber quan resulta pertinent el coneixement científic i discernir entre les preguntes que la ciència és capaç de respondre i les que no. Els ciutadans han de poder jutjar quan una prova és vàlida, tant en allò que es refereix a la

seva pertinència com a la manera com s'ha obtingut. No obstant això, la cosa més important de tot és que els ciutadans necessiten ser capaços de relacionar les proves basades en fets amb les conclusions que se n'han extret i de sospesar les proves a favor i en contra de determinades accions que afectin a la vida personal, social o global.

Les distincions que acabem de fer es resumeixen breument dient que es dóna prioritat als processos *relacionats amb* la ciència en lloc dels processos *interns* de la ciència. És important que els processos del Quadre 3.2 s'entenguin com habilitats sobre la ciència principalment i no com a habilitats que cal utilitzar dins la ciència. Tots els processos del Quadre 3.2 comporten coneixement científic. En el primer procés el coneixement científic és el factor essencial; en els processos segon i tercer aquest coneixement és necessari, però no és suficient, perquè és imprescindible el coneixement sobre la recopilació i l'ocupació de les proves científiques.

Quadre 3.2: Els processos científics de PISA 2003

Competència científica

- Procés 1: descriure, explicar i pronosticar els fenòmens científics
- Procés 2: comprendre la investigació científica
- Procés 3: interpretar les proves i conclusions científiques

A continuació es detallen aquests processos.

Descriure, explicar i pronosticar els fenòmens científics

En aquest procés els estudiants demostren la seva comprensió a través de l'aplicació a una situació donada del coneixement científic apropiat. Han de poder descriure o explicar els fenòmens i pronosticar els canvis i, en alguns casos, reconèixer o identificar les descripcions, explicacions o prediccions que resultin pertinents.

Comprendre la investigació científica

La comprensió de la investigació científica comporta reconèixer i comunicar preguntes que poden ser investigades científicament i saber què forma part d'aquestes investigacions. Comporta especialment reconèixer de manera científica les preguntes susceptibles d'investigació o formular una pregunta susceptible de ser investigada de manera científica en una situació donada. També engloba la identificació o el reconeixement dels fets necessaris per a una investigació científica: per exemple, les dades que han de compararse, les variables que han de ser modificades o controlades, les informacions addicionals necessàries o les accions que han de realitzar-se per poder recopilar les dades rellevants.

Interpretar les proves i conclusions científiques

Això significa donar sentit a les troballes científiques de manera que provin determinades afirmacions o conclusions. Pot comportar l'avaluació de la informació científica i l'extracció de conclusions basades en proves científiques i la seva posterior comunicació. També pot comportar elegir una conclusió alternativa en relació amb les proves disponibles i comunicar-la, donar arguments a favor o en contra d'una conclusió donada a través de les dades proporcionades, identificar els supòsits dels quals s'ha partit per arribar a una conclusió o reflexionar sobre les implicacions socials de les conclusions científiques.

Per a tots tres processos cal cert coneixement científic. No obstant això, en cas dels processos segon i tercer, el coneixement no constitueix el principal "obstacle", ja que es tracta d'avaluar els processos mentals que formen part de la recopilació, avaluació i comunicació de les proves científiques vàlides. Per contra, en el primer procés el que s'avalua és la comprensió de les idees científiques involucrades, i, per tant, constitueix l'obstacle més gran.

És important senyalar que per a cada un dels processos enumerats existeix un ampli ventall de dificultat en les preguntes de la prova, que dependrà del coneixement científic i dels àmbits d'aplicació corresponents. L'elaboració de les proves PISA/OCDE garanteix, a través de les reaccions dels països i de la prova pilot, que les preguntes seleccionades per a la prova final posseeixin el nivell de dificultat adequat per als joves de 15 anys.

Situacions: àmbits d'aplicació

Tal com s'ha esmentat anteriorment, el projecte PISA/OCDE avalua coneixements científics importants i rellevants per als plans d'estudis de ciències dels països participants, sense veure's limitat pel denominador comú dels currículums nacionals. D'acord amb el seu enfocament de la competència científica, el projecte requereix l'aplicació de determinats coneixements científics i l'ocupació de processos científics en situacions que reflecteixen el món real i que mobilitzen idees científiques.

El Quadre 3.3 enumera els àmbits d'aplicació de la ciència que susciten qüestions que els ciutadans d'avui i de demà necessiten comprendre per prendre les decisions que corresponguin. Són aquests àmbits d'aplicació els que promouen la selecció del contingut de les unitats i dels seves corresponents preguntes. El Quadre 3.3 indica els àmbits d'aplicació que avaluaran els processos i els coneixements científics.

Quadre 3.3 Àmbits d'aplicació de l'avaluació de ciències

- **La ciència en la vida i en la salut**
 - Salut, malaltia i nutrició
 - Manteniment i ús sostenible de les espècies
 - Interdependència dels sistemes físics i biològics

 - **La ciència en la Terra i l'entorn**
 - Pol·lució
 - Producció i pèrdua del sòl
 - Temps i clima

 - **La ciència en la tecnologia**
 - Biotecnologia
 - Utilització de materials i eliminació de residus
 - Utilització de l'energia
 - Transports
-

A l'hora de formular les preguntes de les proves és important considerar no només l'àmbit d'aplicació sinó també el context en el qual es plantejaran els exercicis. Al fer la selecció del context, és important tenir en compte que el propòsit del projecte PISA/OCDE és avaluar la capacitat de l'alumnat per a aplicar les habilitats i els coneixements adquirits al final de l'ensenyament obligatori. El projecte PISA/OCDE requereix que les preguntes d'avaluació s'emmarquin en situacions de la vida en general, sense limitar-se a la vida al centre educatiu. A l'escenari del centre educatiu, es poden limitar els coneixements i processos científics a l'àmbit de la classe o del laboratori; no obstant, cada vegada més s'estan intentant aplicar al món extraescolar, fins i tot en els currículums de ciències dels diferents països participants.

Les situacions del món real comporten problemes que ens afecten com a individus (p. ex., l'alimentació i la utilització de l'energia), com a membres d'una comunitat local (p. ex., el tractament del proveïment d'aigua o la ubicació d'una central elèctrica) o com a ciutadans del món (p. ex., l'escalfament global o la pèrdua de biodiversitat). Tot plegat ha d'estar representat en el ventall de preguntes de les proves del projecte PISA/OCDE. Un altre tipus de context apropiat per a alguns temes és l'històric, on pot avaluar-se la comprensió dels avenços del coneixement científic. En el marc del projecte PISA/OCDE, l'enfocament de les preguntes se centra en assumptes relatius a l'individu i la família (personal), a la comunitat (públic), a la vida en el món (global) i aquells que mostren la manera com evoluciona i influeix el coneixement científic en les decisions socials associades a la ciència (importància històrica).

En un estudi internacional és important que els àmbits d'aplicació utilitzats per a les preguntes de les proves se seleccionin segons la seva importància en relació amb els interessos i la vida de l'alumnat de tots els països. Les esmentades preguntes han de ser apropiades per avaluar el coneixement i els processos científics. En el desenvolupament i selecció de les

preguntes hi ha una sensibilitat per les diferències culturals, no només en nom de la validesa de l'avaluació, sinó pel respecte als diferents valors i tradicions dels països participants. Els àmbits d'aplicació seleccionats per a les preguntes de l'estudi són pertinents i apropiats per als diferents països alhora que comporten la combinació desitjada de coneixement científic i d'aplicació de processos científics.

Mitjançant la selecció d'aquests àmbits d'aplicació i aquestes situacions, el projecte PISA/OCDE pretén avaluar l'aplicació del coneixement que probablement s'ha adquirit a través del currículum de ciències (encara que part del coneixement pot haver-se obtingut també a través d'altres assignatures o de fonts extraescolars). No obstant, encara que el coneixement exigít sigui el curricular, per descobrir si aquest ha traspassat l'aprenentatge dels fets aïllats i serveix al desenvolupament de la competència científica, el projecte PISA/OCDE avalua l'aplicació d'aquest coneixement en preguntes que reflecteixen situacions de la vida real. Alguns dels exemples que es presenten més a baix ajuden a explicar aquest punt.

Característiques de la prova i exemples

D'acord amb la definició de competència científica del projecte PISA/OCDE, cada pregunta requerirà la utilització d'un dels processos del Quadre 3.2 i, com ja s'ha apuntat, cert coneixement científic. Tal com demostren els exemples que s'inclouen més a baix. El que es denomina una unitat comprendrà diverses preguntes vinculades a un estímul inicial. Cadascuna de les preguntes d'una unitat ha estat concebuda per avaluar principalment un dels processos científics del Quadre 3.2., no obstant, algunes poden avaluar també altres processos i posar en joc altres conceptes científics.

Una raó per utilitzar aquesta estructura és elaborar les unitats d'una manera tan realista com sigui possible i reflectir-hi una part de la complexitat de les situacions de la vida real. Una altra raó té a veure amb una utilització eficient del temps de prova, ja que redueix el temps que l'estudiant necessita per a introduir-se en el tema de la unitat al presentar menys situacions formulant-ne diverses preguntes en lloc de plantejar preguntes aïllades sobre un major nombre de situacions diferents. No obstant, cal tenir en compte que cap puntuació sigui dependent de les altres. També es reconeix la importància que té reduir el possible biaix que s'introdueix quan s'utilitza un nombre reduït de situacions.

Ajudaran a explicar aquest significat operacional els exemples següents de preguntes que avaluen alguns dels processos avaluats.

Unitat 1**DETINGUIN AQUEST GERMEN!**

El Procés 2 s'avalua en dues preguntes d'aquesta unitat. Els estudiants han de llegir un text breu sobre la història de la vacunació.

Ja en el segle XI, els metges xinesos manipulaven el sistema immunitari. En bufar pols de crostes d'un malalt de verola en els orificis nasals dels seus pacients, sovint podien provocar una malaltia lleu que evitava un atac més greu posterior. Cap al 1700, la gent es fregava la pell amb crostes seques per protegir-se de la malaltia. Aquestes pràctiques primitives es van introduir a Anglaterra i a les colònies americanes. El 1771 i 1772, durant una epidèmia de verola, un metge de Boston anomenat Zabdiel Boylston va posar a prova una idea que tenia. Va esgarrapar la pell del seu fill de sis anys i d'altres 285 persones i va fregar el pus de les crostes de verola en les ferides. Van sobreviure tots els seus pacients a excepció de sis.

Exemple 1.1

Quina idea estava intentant posar a prova Zabdiel Boylston?

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 1.1

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que facin referència tant a:

- la idea que inocular la verola a algú li proporciona certa immunitat.
Com a:
- la idea que en esgarrapar la pell la verola passa al flux sanguini.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que fan referència a una sola de les dues idees anteriors.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Procés: *Comprensió de la investigació científica (Procés 2)*

Concepte: *Biologia humana*

Situació: *Ciències de la vida i la salut*

Exemple 1.2

Enumera dues informacions més que necessaries per determinar el grau d'èxit del mètode de Boylston.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 1.2

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que inclouen les DUES informacions següents:

- l'índex de supervivència sense el tractament de Boylston;
- si els pacients van estar exposats a la verola al marge del tractament.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que indiquen només una de les dues idees anteriors.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Procés: *Comprensió de la investigació científica (Procés 2)*

Concepte: *Biologia humana*

Situació: *Ciències de la vida i la salut*

Unitat 2**PETER CAIRNEY**

Les quatre preguntes següents formen part d'una unitat amb un estímul que és un fragment sobre Peter Cairney, que treballa per a l'*Australian Road Research Board* (Consell Australià d'Investigació Vial). A continuació es presenta l'estímul.

...Una altra manera que té en Peter d'obtenir informació per millorar la seguretat de les carreteres és l'ús d'una camera de televisió col·locada sobre un pal de 13 metres per filmar el trànsit d'una carretera estreta. Les imatges mostren als investigadors coses com la velocitat del trànsit, la distància entre els cotxes i quina part de la carretera utilitzen. Després d'alguns temps es pinten línies divisòries a la carretera. Els investigadors poden utilitzar la camera de televisió per observar si el trànsit és ara diferent. És el trànsit ara més ràpid o més lent? Van els cotxes més o menys distanciats entre ells que abans? Els automobilistes circulen més a prop del marge de la carretera o més a prop del centre ara que hi ha línies? Quan en Peter conegui tot això podrà recomanar sobre si cal pintar o no pintar línies en carreteres estretes.

Exemple 2.1

Si en Peter vol estar segur que està recomanant allò que és correcte, potser hagi d'obtenir més informació a més de les seves filmacions. De les afirmacions següents, quina o quines l'ajudarien a estar més segur de la seva recomanació sobre els efectes de pintar línies en carreteres estretes?

- | | |
|--|---------|
| A. Fer el mateix en altres carreteres estretes | Sí / No |
| B. Fer el mateix en altres carreteres amples | Sí / No |
| C. Comprovar el nombre d'accidents un temps abans i després de pintar les línies | Sí / No |
| D. Comprovar el nombre de cotxes que utilitzen la carretera abans i després de pintar les línies | Sí / No |

 criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.1

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que s'especifiquen Sí, No, Sí, No, en aquest ordre.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que especifiquen Sí, No, No, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple complexa

Procés: Comprensió de la investigació científica (Procés 2)

Concepte: Forces i moviment

Situació: Ciències de la tecnologia

Exemple 2.2

Suposa que en Peter s'adona que, després d'haver pintat línies divisòries en un cert tram de carretera estreta, el trànsit canvia tal com s'indica a continuació.

Velocitat	El trànsit va més ràpid
Posició	El trànsit es manté més prop dels marges de la carretera
Distància de separació	Cap canvi

En vista d'aquests resultats es va decidir que s'haurien de pintar línies a totes les carreteres estretes. Penses que aquesta va ser la millor decisió? Explica les teves raons per estar a favor o en contra.

A favor _____

En contra _____

Raó: _____

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que estan d'acord o en desacord amb la decisió per raons coherents amb la informació donada. Per exemple:

- d'acord perquè hi ha menys possibilitat de xocar si el trànsit es manté a prop dels marges de la carretera, fins i tot encara que vagi més ràpid;
- d'acord perquè si el trànsit va més ràpid, hi ha menys necessitat d'avançar;
- en desacord perquè, si el trànsit va més ràpid i es manté la mateixa distància entre els cotxes, això significa que els conductors no tenen espai suficient per a aturar-se en cas d'emergència.

Cap puntuació

Codi 0: Respostes a favor o en contra però que no especifiquen les raons o donen raons que no tenen relació amb el problema.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Procés: *Interpretació de les proves científiques i conclusions (Procés 3)*

Concepte: *Forces i moviment*

Situació: *Ciències de la tecnologia*

Exemple 2.3

S'aconsella als conductors que deixin més espai entre el seu vehicle i el del davant quan viatgen a major velocitat que quan viatgen a menor velocitat, perquè els cotxes que van més ràpid necessiten més temps per frenar.

Explica per què un cotxe que va més ràpid necessita més distància per aturar-se que un cotxe que va més lent.

Raons:

criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.3

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que esmenten que:

- L'ímpetu més fort d'un vehicle que va més ràpid significa que, donada la mateixa força, avançarà més mentre redueix la seva velocitat que un vehicle que va més lent.
- Quant més gran és la velocitat, més temps es necessita per a reduir-la a zero, així que el cotxe avançarà més en aquest temps.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que indiquen només una de les dues idees anteriors.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes, o repetició de l'afirmació, p. ex., que necessita més temps per a aturar-se a causa de la seva velocitat.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Procés: *Descripció, explicació i predicció dels fenòmens científics (Procés 1)*

Concepte: *Forces i moviment*

Situació: *Ciències de la tecnologia*

Exemple 2.4

En veure la televisió, en Peter veu un cotxe A que va a 45 km/h que és avançat per un altre cotxe B que va a 60 km/h. A quina velocitat li sembla que va el cotxe B a algú que va viatjant en el cotxe A?

- A. 0 km/h
- B. 15 km/h
- C. 45 km/h
- D. 60 km/h
- E. 105 km/h

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 2.4

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta B: 15 km/h

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Procés: Descripció, explicació i predicció dels fenòmens científics (Procés 1)

Concepte: Forces i moviment

Situació: Ciències aplicades a la tecnologia

Unitat 3**BLAT DE MORO**

Les tres preguntes següents s'han extret d'una unitat anomenada *Blat de moro*. L'estímul és un article de diari sobre un home, Auke Ferweda, que crema blat de moro a la seva estufa a manera de combustible.

...En Ferwerda assenyala que el blat de moro que s'utilitza com a pinso per al bestiar és, en realitat, un tipus de combustible. Les vaques mengen blat de moro per aconseguir energia. Però, segons explica Ferwerda, la venda del blat de moro com a combustible en lloc de com a pinso podria ser molt més rendible per als grangers.

Ferwerda sap que el medi ambient rep cada vegada més atenció i que la legislació estatal per protegir el medi ambient cada vegada és més complexa. El que Ferwerda no acaba d'entendre és la quantitat d'atenció que s'està dedicant al diòxid de carboni. Se'l considera la causa de l'efecte hivernacle. També es diu que l'efecte hivernacle és la causa principal de l'augment de la temperatura mitjana de l'atmosfera de la Terra. No obstant, des del punt de vista de Ferweda no hi ha res dolent en el diòxid de carboni. Al contrari, ell adueix que les plantes i els arbres ho absorbeixen i ho converteixen en oxigen per als éssers humans.

Ell afirma: "Aquesta és una àrea agrícola i els pagesos cultiven blat de moro. Té una etapa llarga de creixement, absorbeix molt diòxid de carboni i emet molt oxigen. Hi ha molts científics que diuen que el diòxid de carboni no és la causa principal de l'efecte hivernacle".

Exemple 3.1

Ferwerda compara l'ús del blat de moro com a combustible amb el blat de moro que s'usa com a aliment.

La primera columna de la taula següent conté una llista de fenòmens que poden produir-se quan es crema blat de moro com a combustible.

Es produeixen també aquests fenòmens quan el blat de moro actua com a combustible al cos d'un animal?

Encercla Sí o No cada resposta.

Quan es crema blat de moro: Això passa també quan el blat de moro actua com a combustible al cos d'un animal?

Es consumeix oxigen.

Sí / No

Es produeix diòxid de carboni.

Sí / No

Es produeix energia.

Sí / No

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 3.1

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen Sí, Sí, Sí, en aquest ordre. (Totes les parts han d'haver estat contestades correctament, atès que qualsevol error indicaria alguna manca de comprensió del procés de transformació d'aliments al cos d'un animal).

Cap puntuació

Codi 0: Respostes que especifiquen qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple complexa

Procés: Descripció, explicació i predicció dels fenòmens científics (Procés 1)

Concepte: Canvis químics i físics

Situació: Ciències de la vida i la salut

Exemple 3.2

En l'article es descriu la transformació del diòxid de carboni: "...les plantes i els arbres ho absorbeixen i ho converteixen en oxigen...".

Hi ha més substàncies que participen en aquesta transformació a part del diòxid de carboni i de l'oxigen. La transformació pot representar-se de la següent manera:

diòxid de carboni + aigua → oxigen +

Escriu en el quadre el nom de la substància que falta.

Criteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 3.2

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que indiquin qualsevol de les opcions següents: glucosa, sucre, hidrat(s) de carboni, sacàrid(s), midó.

Cap puntuació
Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Procés: *Descripció, explicació i predicció dels fenòmens científics (Procés 1)*

Concepte: *Transformacions de l'energia*

Situació: *Ciències de la vida i la salut*

Exemple 3.3

Al final de l'article, Ferwerda es refereix als científics que diuen que el diòxid de carboni no constitueix la causa principal de l'efecte hivernacle.

La Karen troba la següent taula, en què es mostren certs resultats de les investigacions sobre els quatre gasos principals causants de l'efecte hivernacle.

<i>Efecte hivernacle relatiu per molècula de gas</i>			
Diòxid de carboni	Metà	Òxid nítrós	Clorofluorocarbonis
1	30	160	17.000

A partir d'aquesta taula, la Karen conclou que el diòxid de carboni no és la causa principal de l'efecte hivernacle. No obstant això, aquesta conclusió és prematura. Aquestes dades han de combinar-se amb unes altres dades per poder concloure si el diòxid de carboni és o no la causa principal del efecte hivernacle.

Quines altres dades ha d'aconseguir la Carolina?

- A. Dades sobre l'origen dels quatre gasos.
- B. Dades sobre l'absorció dels quatre gasos que realitzen les plantes.
- C. Dades sobre la mida de cadascun dels quatre tipus de molècules.
- D. Dades sobre la quantitat de cadascun dels quatre gasos en l'atmosfera.

Críteris de puntuació i comentaris sobre l'exemple 3.3

Existeix una relació estreta entre saber que la concentració d'una substància influeix en la seva capacitat d'acció i reconèixer que no pot extreure's una conclusió vàlida sense aquesta informació addicional.

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta D: Dades sobre la quantitat de cadascun dels quatre gasos en l'atmosfera.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Procés: Interpretació de les proves científiques i conclusions (Procés 3)

Concepte: Estructura i propietats de la matèria

Situació: Ciències de la Terra i el medi ambient

Per contestar totes aquestes preguntes, l'alumne necessita utilitzar el coneixement adquirit a través del currículum de ciències i aplicar-lo en una situació nova. Quan l'avaluació dels coneixements científics no és l'objectiu principal de la pregunta, el coneixement necessari no representa l'obstacle (o impediment) principal, de manera que la resolució ha de dependre de la capacitat per dur a terme el procés implicat. Al contrari, quan l'avaluació del coneixement científic sí que és l'objectiu principal (com en els exemples 2.3, 2.4, 3.1 i 3.2), el procés que es requereix de l'alumnat ho constitueix la comprensió de coneixement referenciat.

Estructura de l'avaluació

Les unitats de prova contenen fins a vuit preguntes que es puntuen de manera independent. En la major part de les unitats hi ha unes preguntes que impliquen coneixement i comprensió dels conceptes científics als que es fa referència (com en els exemples 2.3, 2.4, 3.1 i 3.2.) i altres que demanen a l'alumne l'aplicació d'un o de diversos processos de recopilació de dades i d'utilització de proves factuais en una investigació científica, com en els Exemples 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 i 3.3. Tal com s'ha indicat anteriorment, el projecte PISA/OCDE no inclou unitats que requereixin manipulació pràctica, almenys en els cicles 2000 i 2003 on les ciències constitueixen un àmbit secundari.

En el Quadre 3.4 es presenta el repartiment desitjat en l'avaluació per als processos en percentatges de puntuació. Aquest s'haurà de revisar per al cicle de 2006, quan les ciències siguin l'àmbit principal del projecte PISA/OCDE.

Quadre 3.4: Distribució recomanada de la puntuació en els processos científics

Processos científics	Percentatge d'unitats de ciències de PISA/OCDE
1. Descriure, explicar i pronosticar fenòmens científics	40 - 50
2. Comprendre la investigació científica	20 - 25
3. Interpretar proves i conclusions científiques	20 - 25
TOTAL	100

Pot succeir perfectament que els temes de certes unitats tendeixin més cap a l'avaluació del coneixement (Procés 1) i que amb altres passi precisament el contrari. Sempre que sigui possible hi haurà d'haver a totes les unitats preguntes que avaluin els Processos 2 i 3 i preguntes que avaluin el Procés 1. Això es fa per cobrir el coneixement científic rellevant que els estudiants probablement han desenvolupat a través del currículum de ciències o fora de l'escola, i també perquè l'habilitat per utilitzar els processos depèn en gran mesura de la situació en què s'utilitzen. Els objectius del projecte PISA/OCDE estableixen que el coneixement científic i la combinació de l'esmentat coneixement amb la capacitat per extreure conclusions basades en fets són resultats de formació valuosos. L'objectiu recomanat d'assignar una xifra similar de punts a aquests dos tipus de resultats hauria de servir a aquests objectius.

Tal com s'ha indicat anteriorment, totes les preguntes tindran en compte l'ús del coneixement científic que l'alumnat hagi desenvolupat probablement al llarg del currículum escolar de ciències. Les preguntes de ciències del projecte PISA/OCDE es diferencien d'altres avaluacions de ciències —però no de totes— que exigeixen que el coneixement s'apliqui a situacions de la vida real. De manera anàloga, entre els objectius de molts currículums de ciències es troba la capacitat per extreure conclusions basades en fets. L'avaluació PISA/OCDE exigeix l'aplicació de processos en situacions que traspassin l'escenari de l'aula o del laboratori escolar. El grau en què això resulti innovador per als estudiants dependrà de si les aplicacions del món real es troben lluny del currículum que hagin tractat.

Quadre 3.5: Distribució recomanada de la puntuació per àmbits d'aplicació

Àmbits d'aplicació	Percentatge d'unitats de ciències de PISA/OCDE
La ciència en la vida i en la salut	30 - 40
La ciència en la Terra i el medi ambient	30 - 40
La ciència en la tecnologia	30 - 40
TOTAL	100

En relació amb els àmbits d'aplicació, el Quadre 3.5 mostra que el repartiment de punts serà la cosa més igualitària possible entre els tres grups principals.

Cada unitat de prova es defineix mitjançant un estímul determinat, que pot ser un passatge curt o un escrit acompanyat d'una taula, quadre, gràfic o diagrama. Les preguntes formen un conjunt de preguntes puntuades de manera independent, que han d'elaborar-se conforme a un format d'elecció múltiple, resposta oberta breu o resposta oberta llarga. La diferència entre una

resposta oberta breu i una llarga és que aquesta última precisa ser puntuada per diversos correctors, mentre que la primera pot ser puntuada de manera fiable per un únic corrector.

Fins ara, atès que les ciències han estat un àmbit secundari en els estudis PISA, el nombre d'unitats i preguntes desenvolupades i avaluades en les proves pilot ha estat limitat. No obstant això, a partir d'aquesta experiència podem resumir el format de les proves per al 2003:

- Amb només una excepció, les unitats consten de diverses preguntes; aquestes preguntes avaluen un o més coneixements científics o contextos (Quadre 3.1), processos científics (Quadre 3.2) i coneixements relatius a una o més àmbits d'aplicació de la ciència (Quadre 3.3); i requereixen respostes sobre paper, escrites o dibuixades.
- En el cicle 2003, així com en el 2000, les unitats es presenten per escrit, encara que s'està investigant la utilització d'estímul presentats de diferent forma per al cicle 2006, en què les ciències constituïran l'àmbit principal.
- Algunes unitats comporten aspectes lligats a la comprensió lectora o a les matemàtiques, però no hi ha cap pregunta que requereixi només una identificació de la informació de l'estímul sense necessitat d'algun altre tipus de processament científic addicional, ni preguntes que comportin únicament recordar informació aïllada.

Per cobrir el ventall d'habilitats i comprensió definit en aquest marc conceptual es necessiten diferents formats de resposta. Poden elaborar-se, per exemple, preguntes d'elecció múltiple per avaluar de manera vàlida els processos que comportin una identificació o selecció. No obstant això, per avaluar la capacitat d'avaluació i comunicació, un format de resposta oberta oferirà probablement una validesa i autenticitat majors. En molts casos, no obstant, el format més adequat dependrà del contingut particular de la pregunta.

Escales de presentació de resultats

Per acomplir els objectius del projecte PISA/OCDE és essencial el desenvolupament d'escales de rendiment de l'alumnat. El procés d'obtenció d'una escala ha de ser iteratiu perquè les descripcions inicials —que es basen en els resultats de les proves pilot i final de l'estudi de l'any 2000 i en l'experiència d'avaluar el rendiment en ciències i les troballes derivades de la investigació de l'aprenentatge i del desenvolupament cognitiu en ciències— puguin modificar-se a mesura que es vagin obtenint més dades d'altres estudis i proves.

El projecte PISA 2000 (en què les ciències eren un àmbit secundari que, per tant, proporcionava una informació limitada) va presentar la competència en ciències segons una escala de mitjana 500 i desviació típica 100. Encara que

no es van identificar nivells de competència, va ser possible descriure el que els estudiants poden fer en tres dels punts d'aquesta escala:

- En la part superior de l'escala (entorn dels 690 punts) els estudiants són capaços de crear o utilitzar models conceptuals per dur a terme prediccions o donar explicacions, analitzar investigacions científiques per captar, per exemple, el disseny d'un experiment o identificar una de les idees examinades, comparar dades per avaluar punts de vista o perspectives diferents, i comunicar arguments científics i/o descripcions de manera detallada i precisa.
- Al voltant dels 550 punts, en general l'alumnat és capaç d'utilitzar el coneixement científic per dur a terme prediccions o donar explicacions, reconèixer preguntes a les quals pot respondre mitjançant la investigació científica i/o identificar detalls del que està implicat en una investigació científica i seleccionar informació important a partir de dades contraries o raonaments encadenats a l'hora d'extreure o avaluar conclusions.
- Cap a la part inferior de l'escala (uns 400 punts) l'alumnat és capaç de recordar un coneixement científic simple i objectiu (p. ex., noms, fets, terminologia, regles simples) i d'utilitzar el coneixement científic comú a l'hora d'extreure o avaluar conclusions.

En l'estudi PISA 2003 probablement se seguirà un format similar per a la presentació dels resultats de ciències. No obstant això, en l'any 2006, quan el temps de prova disponible permeti una major cobertura del coneixement i dels àmbits d'aplicació en ciències, serà possible presentar subescales per als processos inclosos en el Quadre 3.2 (a més de la inclusió de punts de tall específics que identifiquin els nivells de competència). Això inclourà, per tant, una subescala referent al coneixement científic (procés 1) que s'ha d'avaluar a través de la seva aplicació en les situacions presentades.

En el 2006 es comptarà amb informació suficient dels processos científics enumerats en el Quadre 3.2 com per considerar la presentació del rendiment en els principals àmbits de coneixement de ciències. Això dependrà de consideracions estadístiques, conceptuals i de política educativa. Si resultés factible la presentació de subescales, els països comptarien amb l'avantatge de poder comparar detalladament els resultats de la seva formació en ciències amb els resultats que consideressin desitjables.

Informar sobre el contingut i les respostes incorrectes de les diferents preguntes, és un complement important als resultats estadístics. S'espera que aquesta categorització dels continguts es recolzi sobre els resultats de la prova pilot i es relacioni amb els tipus de respostes donades pels estudiants. També caldrà presentar alguns tipus de respostes a preguntes específiques per il·lustrar les escales i per a poder-los assignar etiquetes amb significat. Això implicarà fer públiques algunes de les preguntes utilitzades en les proves PISA/OCDE.

També resultarien convenients altres tipus de presentació, cosa que podria convertir-se en realitat després de l'estudi principal de ciències en el 2006. Un d'ells seria el del rendiment per grups de preguntes de diverses unitats amb relació a diferents àmbits d'aplicació de les ciències. Aquesta informació seria útil per considerar si s'ha prestat l'atenció precisa i suficient a temes que són objecte de preocupació actual.

Altres qüestions

Quan la informació per a una unitat d'avaluació de ciències es presenta com un passatge escrit, poden avaluar-se aspectes relatius a la comprensió lectora. De manera anàloga, quan la informació es presenta en forma de taules, diagrames, gràfics, etc., pot avaluar-se la capacitat de llegir informació, i quan es precisa cert maneig numèric, es poden avaluar diversos aspectes de matemàtiques. Aquest tipus d'unitats formaran part de les seccions combinades de les proves. Altres unitats avaluaran únicament processos científics que comportin extreure conclusions basades en fets i mostrar que es comprenen els conceptes científics.

Els estudis de ciències dels anys 2000 i 2003, on les ciències són un àmbit secundari, seran la base de futures comparacions temporals. La limitació del nombre de les unitats d'avaluació en els anys 2000 i 2003 (fins i tot dins d'un disseny que permet que els diferents conjunts de preguntes siguin contestades per diverses submostres d'alumnat) suposa que hi ha menys unitats relatives a cada àmbit d'aplicació de la ciència de les que seran possibles en el 2006. Per tant, els estudis secundaris de la competència en ciències comporten l'avaluació de tots els processos enumerats en el Quadre 3.2, alguns dels coneixements científics (conceptes) i àmbits d'aplicació dels quals es presenten en els Quadres 3.1 i 3.3. En el 2006, l'any principal per a les ciències, es farà possible una cobertura molt més gran dels coneixements científics i els àmbits d'aplicació.

CAPÍTOL 4

NIVELLS DE COMPETÈNCIA EN LA RESOLUCIÓ DE PROBLEMES

Introducció

La resolució de problemes constitueix un objectiu educatiu central en els programes escolars de tots els països. Els educadors i els tècnics encarregats d'elaborar la política educativa estan especialment preocupats per la competència dels estudiants a l'hora de resoldre problemes en contextos reals. Això comporta que siguin capaços de comprendre la informació donada, identificar les característiques més importants i les seves interrelacions, elaborar o aplicar una representació externa, resoldre el problema i avaluar, justificar i comunicar les seves solucions. Els processos de resolució de problemes, entesos segons aquesta definició, es troben al llarg de tot el currículum, en matemàtiques, en ciències, en ciències humanes, en ciències socials i en moltes altres àrees de contingut. La resolució de problemes ofereix una base per a l'aprenentatge futur, per a una participació efectiva dins de la societat i per a la realització de les activitats personals.

Malgrat que la resolució de problemes és una activitat humana omnipresent, no resulta fàcil desenvolupar un marc que posi de manifest els seus components i que estableixi mesures del rendiment de l'alumnat. Alguns autors han observat la falta d'una definició consensuada i exhaustiva de la resolució de problemes (p. ex., Frensch i Funke, 1995; O'Neill, 1999). No obstant això, existeix una àmplia col·lecció de textos sobre l'aprenentatge i altres temes relacionats (Bransford, Brown i Cocking, 1999; PEG, 2001) que tracten la resolució de problemes, però sovint ho fan sense explicitar una definició del terme en el seu context.

El programa d'avaluació PISA/OCDE desenvolupa, administra i interpreta a escala internacional estudis sobre la competència de l'alumnat. L'objectiu d'aquest programa és informar sobre els nivells de competència dels estudiants en diferents àmbits de coneixement. No obstant això, el programa no se centra en informar sobre el grau de coneixement curricular que han adquirit els estudiants, sinó més aviat en descriure les capacitats dels estudiants en situacions del món real, que exigeixin l'aplicació dels seus coneixements de comprensió lectora, ciències i matemàtiques. A més de recopilar dades sobre el rendiment dels estudiants en aquests àmbits, l'avaluació PISA/OCDE també recull dades relatives a la capacitat interdisciplinària dels estudiants per a la resolució de problemes.

Antecedents

Per preparar el marc de resolució de problemes del projecte PISA/OCDE es van analitzar els programes d'investigació existents que avaluaven les capacitats dels estudiants per resoldre problemes en entorns diferents i innovadors. Es van identificar diversos estudis amb resultats interessants o formats innovadors, entre els quals poden citar-se els següents:

- la *clinical reasoning test* (prova de raonament clínic) basada en estudis de casos de tractament de pacients (Boshuizen et al., 1997);
- l'*overall-test* (prova global), sobre la presa de decisions reals en la formació empresarial (Seger, 1997);
- la *what if – test* (prova de «què passaria si...»), que estudia el coneixement intuïtiu que s'utilitza a l'examinar simulacions de fenòmens científics (Swaak i de Jong, 1996).

En una revisió més general de la investigació, es van trobar també importants iniciatives. Per exemple, en matemàtiques existeix una llarga tradició d'estudi de l'aprenentatge i del raonament orientats als problemes (Hiebert et al., 1996; Schoenfeld, 1992) i de les corresponents estratègies d'avaluació (Charles, Lester i O'Daffer, 1987; Dossey, Mullis i Jones, 1993). Els estudis de psicologia detallen la importància que l'alumnat conegui el raonament analògic (Vosniadou i Ortony, 1989) i el raonament inductiu (Csapó, 1997). Klieme (1989) ofereix un estudi integrat sobre com avaluar la resolució de problemes des d'una perspectiva educativa, psicològico-cognitiva i psicomètrica. Collis, Romberg i Jurdak (1986) van elaborar una prova per avaluar la resolució de problemes que utilitzava «súper preguntes», cadascuna de les quals estava composta d'una sèrie de subpreguntes dirigides a nivells successius de complexitat cognitiva. Altres estudis aborden la diferenciació entre els diversos nivells de complexitat de les tasques. Molts es basen en l'influent treball de Bloom, Hasting i Madaus (1971). Altres tracten les expectatives de rendiment de l'estudi TIMSS (Robitaille i Garden, 1996) i els diversos marcs conceptuals d'avaluació PISA (OCDE, 1999 i 2000).

En els últims anys ha crescut l'interès per avaluar la resolució de problemes com una competència interdisciplinària, però els estudis sobre l'avaluació d'aquesta capacitat (Klieme, 2000; Mayer, 1992) no ofereixen marcs conceptuals per a això. Durant els últims cinc anys hi ha hagut diversos intents d'aplicar la resolució de problemes interdisciplinaris en algunes avaluacions a gran escala. Trier i Peschar, participants de la *Red A de l'OCDE* (1995), van tractar la resolució de problemes com una de les quatre competències interdisciplinàries importants i van elaborar una prova de viabilitat per a l'esmentada avaluació. El seu exercici d'exemple consistia en una tasca de planificació de tipus assaig en la qual els individus havien de programar el viatge d'un club juvenil. Si bé van poder recopilar dades, es van topar amb dificultats al puntuar les respostes.

De manera independent, Frensch i Funke (1995) van idear diverses variants experimentals de les proves de planificació, mentre que Klieme et al. (en premsa) van desenvolupar una prova de respostes múltiples per mesurar la competència en la resolució de problemes, destinada a un programa d'avaluació d'un estat federal alemany. En aquesta avaluació, l'exercici de planificació es va descompondre en diversos passos d'acció: clarificació d'objectius, recopilació d'informació, planificació, presa de decisions, execució del pla i avaluació del resultat. Cada tasca es va tractar mitjançant una sèrie de

preguntes que exigien que els individus jutgessin la coherència dels objectius, analitzessin mapes, planificacions i altres documents, raonessin sobre l'ordre d'activitats, detectessin possibles errors en la realització de les activitats i portessin a terme altres accions relacionades amb la resolució de problemes. S'està considerant incloure un sistema similar per mesurar la competència de l'alumnat en la resolució de problemes a l'estudi ALLS (International Adult Literacy and Life Skills Survey: Estudi Internacional d'Alfabetització i de les Habilitats Vitals de la Població Adulta) (Binkley et al., 1999).

En una variant nacional alemanya realitzada amb 650 alumnes de 15 anys dins del projecte PISA 2000, es va posar en pràctica i es va validar una sèrie de vuit avaluacions interdisciplinàries de resolució de problemes (Klieme, 2000). El propòsit era utilitzar tantes dades d'investigació cognitiva bàsica sobre resolució de problemes com fora possible per al desenvolupament i la validació de nous instruments. Els resultats van demostrar la viabilitat de l'avaluació de la resolució de problemes interdisciplinaris tant per ordinador com sobre paper. Algunes de les conclusions van ser les següents:

- les competències de resolució de problemes de tipus interdisciplinari es distingeixen de les competències relacionades amb altres àmbits de coneixement (matemàtiques, ciències i comprensió lectora);
- diversos indicadors de la competència analítica per a la resolució de problemes, entre ells l'exercici *Bomba de bicicleta* elaborat per Harry O'Neill (1999), l'«enfocament per projecte» i una prova amb problemes de transferència analògics, tenien un factor en comú.

L'objectiu del marc conceptual d'avaluació de problemes PISA/OCDE ha estat el d'ampliar els prototips desenvolupats en els estudis d'investigació i viabilitat per arribar a un model viable que pogués aplicar-se a una avaluació a gran escala com a part de l'estudi PISA 2003.

Definició de l'àmbit de coneixement

En tractar les avaluacions de la competència de resolució de problemes, Richard Mayer (1992) va afirmar que els dissenyadors de problemes han de:

- procurar que l'alumnat es vegi immers en processos de raonament (o cognitius) d'ordre superior per tal d'obtenir solucions d'exercicis realistes i autèntics que precisin la integració d'habilitats, i
- que l'alumnat es vegi exposat a problemes no rutinaris que requereixen que aquest inventi una nova estratègia de solució.

L'avaluació de la resolució de problemes s'hauria d'ampliar a situacions no rutinàries que recorreguessin als coneixements anteriors, combinessin àmbits de coneixement i requerissin que els subjectes avaluats integressin conceptes, representacions i processos.

La majoria de les persones implicades a l'estudi de la resolució de problemes en àmbits d'investigació o pràctics i que fan servir una o una altra

noció del camp coincideix que, per descriure la resolució de problemes per part de l'alumnat, el punt principal és la descripció dels actes cognitius que els estudiants realitzen per tractar i resoldre els problemes i comunicar les solucions. Així, per a l'estudi PISA 2003 s'adopta la següent definició de resolució de problemes:

La resolució de problemes és la capacitat que té una persona d'utilitzar els processos cognitius per enfrontar-se i resoldre situacions interdisciplinàries reals en les quals la via de solució no resulta òbvia de manera immediata i en què els àmbits de coneixement o curriculars aplicables no s'emmarquen dins d'un únic àmbit de matemàtiques, ciències o comprensió lectora.

Alguns dels termes d'aquesta definició necessiten explicar-se més detalladament:

...processos cognitius...

Aquest aspecte de la resolució de problemes té a veure amb els diferents elements implicats a l'hora de resoldre un problema i els processos cognitius que intervenen, entre ells els processos de comprensió, descripció, representació, resolució, reflexió i comunicació. Aquests processos es tractaran amb major profunditat en la secció següent.

...interdisciplinàries...

Les avaluacions PISA/OCDE actuals estudien principalment el grau en què la resolució de problemes s'aplica als àmbits de coneixement individuals. Els marcs conceptuals de competència en comprensió lectora, matemàtica i científica avaluen habilitats de resolució de problemes dins de cadascuna d'aquests àmbits. L'avaluació de la resolució de problemes del projecte PISA/OCDE amplia l'examen de les competències dels estudiants incloent-hi una gamma més gran d'exercicis de resolució de problemes que traspassa les fronteres entre els àmbits curriculars tradicionals.

...reals...

L'anterior definició de la resolució de problemes centra la seva atenció en la resolució de problemes de la vida real. Aquests problemes exigeixen que els individus uneixin coneixements i estratègies per a enfrontar-se i resoldre problemes característics de situacions reals. Tals problemes exigeixen que les persones es moguin entre diferents representacions, a vegades relacionades, i que mostrin un cert grau de flexibilitat en la manera que recorden i apliquen el coneixement que posseeixen. Aquests problemes exigeixen que els estudiants prenguin decisions que puguin tenir repercussions immediates per a les persones implicades.

Organització de l'àmbit de coneixement

La definició de resolució de problemes utilitzada en el projecte PISA/OCDE imposa que els exercicis han de dependre necessàriament d'estratègies i coneixements específics dels contextos o àmbits de coneixement. Per tant, els contextos, àmbits i situacions en els quals s'avaluï la resolució de problemes han de seleccionar-se acuradament. S'han tenir en compte els següents elements:

- *Els tipus de problemes.* Una definició general de la resolució de problemes ha d'englobar una àmplia gamma de tipus. Per a l'avaluació PISA 2003 s'han seleccionat tres tipus de problemes: presa de decisions, anàlisi i disseny de sistemes i tractament de disfuncions. En el següent apartat es tracten aquests tipus de problemes amb detall. Aquests tres tipus engloben la major part dels processos de resolució de problemes identificats fins ara. L'avaluació de resolució de problemes de l'avaluació PISA/OCDE no inclou tipus com la resolució de problemes interpersonals o l'anàlisi de textos argumentatius.
- *El context del problema.* Aquest component intenta ubicar els problemes amb relació a l'experiència dels estudiants en matèria de resolució de problemes. Els contextos seleccionats han de trobar-se a una certa distància de les situacions escolars i del currículum educatiu dels estudiants. Per tant, els problemes del projecte PISA 2003 han d'utilitzar contextos de la vida personal, laboral, del temps lliure, i de la comunitat i la societat. Aquests contextos abracen un continu que va des de l'espai personal a la consciència cívica, i inclou contextos tant curriculars com extracurriculars.
- *Les disciplines associades.* Per reflectir l'accent posat en la vida real, la resolució de problemes d'aquest estudi PISA engloba una àmplia gamma de disciplines, entre elles les matemàtiques, les ciències, la literatura, les ciències socials, la tecnologia i el comerç. Com a tal, la resolució de problemes complementa els àmbits de coneixement principals, matemàtiques, ciències i comprensió lectora, del projecte PISA/OCDE. Les habilitats i coneixements associats a un exercici de resolució de problemes no quedaran limitats a cap d'aquests àmbits de coneixement, de manera que s'evita una possible repetició.
- *Els processos de resolució de problemes.* En quin grau és capaç l'alumnat d'enfrontar-se a un problema determinat i avançar en el camí cap a la solució? Com podrà saber-se si l'estudiant ha comprès la naturalesa d'un problema, ha caracteritzat el problema mitjançant la identificació de variables i relacions, ha seleccionat i adaptat les representacions d'un problema, ha avançat cap a una solució, ha reflexionat sobre la feina i, finalment, ha comunicat els resultats?
- *Les capacitats de raonament.* Cadascun d'aquests processos de resolució de problemes requereix no només coneixements, sinó també habilitats de raonament. Per exemple, a l'hora d'entendre la situació d'un problema, l'alumnat pot haver de distingir entre el que són fets i el que és únicament una opinió. Per formular una solució, l'alumnat pot haver d'identificar les relacions entre les variables. Per seleccionar una estratègia, l'alumnat pot haver de considerar les causes i els efectes. Per comunicar els resultats, l'alumnat ha

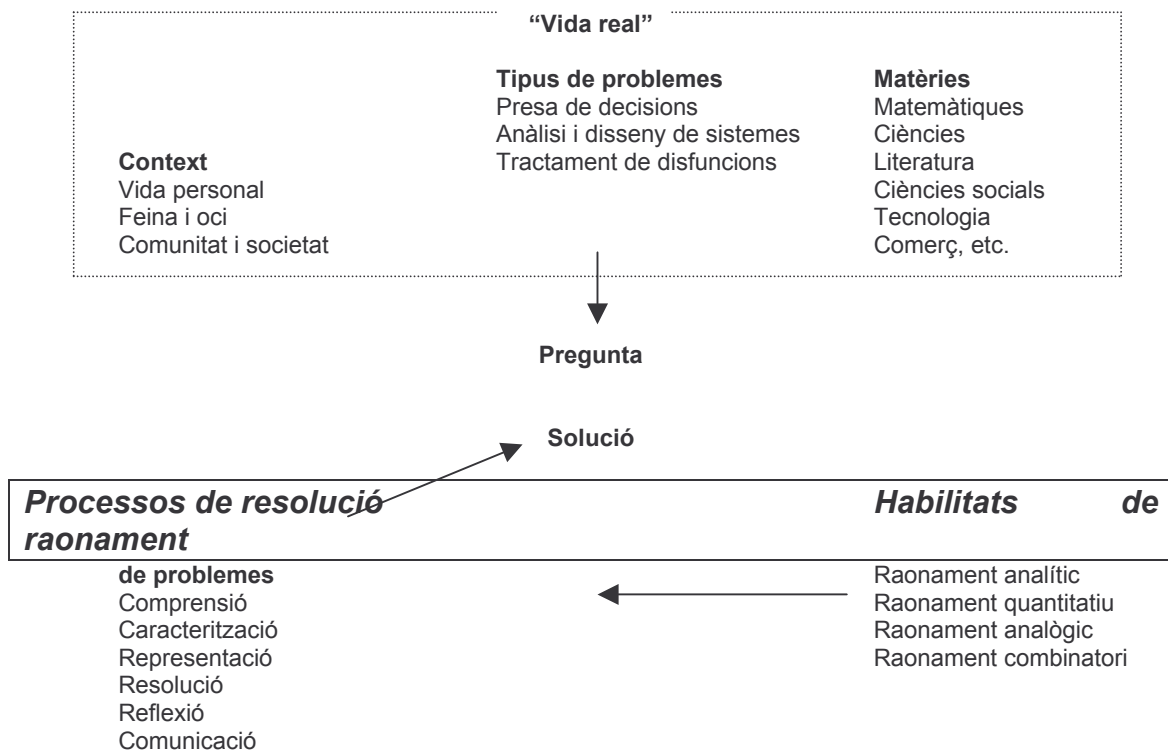
d'organitzar la informació de manera lògica. Aquestes accions precisen sovint capacitats de raonament analític, quantitatiu, analògic i combinatori. Aquestes capacitats o habilitats constitueixen les principals competències implicades en la resolució de problemes.

Per tant, l'activitat de resolució de problemes és una amalgama de molts processos cognitius diferents, organitzats per assolir un determinat objectiu que no podria aconseguir-se, almenys de manera òbvia, mitjançant la simple aplicació d'un procediment, procés, rutina o algoritme coneguts i propis d'un únic àmbit temàtic. La competència per a la resolució de problemes pot descriure's en termes de la capacitat de l'alumnat per crear i supervisar cert nombre de processos dins d'una determinada gamma de tasques i situacions. L'avaluació de la resolució de problemes intenta identificar els processos utilitzats en diverses situacions i àmbits de contingut per descriure i quantificar, si és possible, la qualitat dels resultats del treball de l'alumnat.

Tipus de problemes

En el Quadre 4.1 es presenten els elements de l'avaluació de l'àmbit de resolució de problemes del projecte PISA 2003. Aquestes relacions il·lustren com l'avaluació recorre al coneixement sobre el contingut i el context de diversos camps, així com a les competències pròpies dels àmbits de contingut i de la resolució de problemes entesa com a àmbit de coneixement.

Quadre 4.1: Visualització dels elements clau del marc conceptual de resolució de problemes



Per a l'avaluació interdisciplinària de la resolució de problemes dins del projecte PISA 2003 s'ha decidit limitar l'avaluació de les capacitats de l'alumnat a tres grans dominis que denominem "tipus de problemes". Aquests tres tipus de problemes són: la *presa de decisions*, l'*anàlisi i disseny de sistemes* i el *tractament de disfuncions*.

Aquests tres tipus de problemes corresponen a estructures genèriques de resolució de problemes que comprenen aspectes importants del raonament analític propi del dia a dia i de la vida real, perspectiva buscada pel programa d'avaluació. Constitueixen una alternativa a les avaluacions de la comprensió lectora, les matemàtiques i les ciències, en què hi ha un àmbit de coneixement ben definit que proporciona l'estructura necessària per delimitar l'avaluació. En l'avaluació de la resolució de problemes l'atenció se centra en el procés i no en el coneixement. No obstant, els processos no poden avaluar-se si no van vinculats a algun tipus d'estructura. Els tres tipus de problemes proposats proporcionen les estructures genèriques per a poder avaluar els processos de resolució de problemes.

Presa de decisions

Els problemes de *presa de decisions* exigeixen que els estudiants entenguin una situació que comporta diferents alternatives i restriccions perquè acabin prenent una decisió que s'ajusti a les restriccions. Per exemple, en la Unitat 1 de resolució de problemes: "Digui no al dolor", es demana als estudiants que decideixin quin és el calmant més adequat segons l'edat del pacient, els símptomes i altres condicions de salut.

Els exercicis de *presa de decisions* com l'anterior comporten en general que es compregui la informació donada i el que es demana en l'exercici és que s'identifiquin les limitacions o característiques rellevants, que s'elabori una representació del problema o s'estableixin alternatives, que es prengui una decisió que observi les limitacions, que es comprovi que la solució compleixi les limitacions i, finalment, que es comuniqui o justifiqui la decisió. En els exercicis d'aquest tipus, l'estudiant ha de seleccionar una alternativa d'entre les que se li presenten. Per fer-ho ha de combinar informacions que provenen de diferents fonts (raonament combinatori) i seleccionar la millor solució.

Un problema de *presa de decisions* resultarà més difícil com més gran sigui la seva complexitat. Per exemple, la decisió de comprar un cotxe es complica a mesura que augmenta la quantitat d'informació analitzada, quan la informació porta en si diferents representacions que cal relacionar o quan s'ha de tenir en compte un gran nombre de limitacions. Hi ha estudiants que són capaços de realitzar tasques fàcils de presa de decisions però que no ho aconsegueixen quan la complexitat de la tasca augmenta.

Quan la complexitat d'un exercici de *presa de decisions* és elevada, les representacions externes poden ser de gran ajuda. En la Unitat 1 de resolució de problemes: "Digui no al dolor", s'ofereix una representació ja construïda en forma de taula. En altres exercicis de *presa de decisions* són els estudiants els que potser hagin d'elaborar aquest tipus de representacions, en forma de

taules, diagrames, gràfics, etc. La capacitat dels estudiants per elaborar representacions o aplicar una representació donada, com realitzar o interpretar un gràfic, són factors que determinen el seu rendiment en aquest tipus d'exercicis. Una vegada ha elaborat o aplicat la representació, l'estudiant ha de seleccionar, relacionar i comparar la informació a partir de com està organitzada en la representació i seleccionar la millor alternativa.

Unitat 1

DIGUI NO AL DOLOR!

A causa de la gran quantitat de marques que hi ha al mercat, no resulta fàcil escollir el calmant apropiat per als dolors ocasionals, quan totes afirmen que són la més adequada per al malalt. L'associació "Info-Mèdic" ofereix la informació següent sobre quatre calmants diferents:



Nom del calmant	Descripció	Síntomes que alleuja	Dosificació	Precaucions
Acuaspirina	Comprimít d'aspirina 100% soluble. Ideal per a persones que no els agrada prendre comprimits	Dolors de cap, musculars, dentals, d'esquena, de coll. Redueix la inflamació i la febre	Adults i nens majors de 12 anys: De 1 a 2 comprimits dissolts en mig got d'aigua cada 4 hores segons calgui, sense excedir d'un total de 8 comprimits en 24 hores. Nens menors de 12 anys: No administrar Acuaspirina a nens menors de 12 anys	L'ús prolongat pot ser perjudicial. No l'han de prendre les persones que segueixin una dieta baixa en sodi.
Paracem	100% paracetamol. Adequat per a mares lactants i asmàtics. No produeix irritació d'estómac com l'aspirina.	Dolors de cap, d'esquena, de queixals, dolor muscular, artritis. Redueix la febre.	Adults i nens majors de 12 anys: De 1 a 2 comprimits cada 4 hores segons calgui. Nens menors de 12 anys: 0,5 a 1 comprimits cada 4 hores segons calgui.	L'ús prolongat pot ser perjudicial
NoAx	Cada comprimít conté 25 mg de diclofenaco potàssic. Adequat per a l'alleugeriment d'afeccions doloroses agudes i de les inflamacions. L'alleugeriment del dolor es produeix normalment entre els 15 i 30 minuts	Contusions, dolors de coll i d'esquena, esquinços i torçades, migranyes, dolors postoperatoris.	Adults i nens majors de 14 anys: De 1 a 2 comprimits cada 8 hores, sense excedir de 6 comprimits al dia. Nens de 14 anys o menors: Els nens de 14 anys o menors no han de prendre NoAx.	No prendre NoAx amb l'estómac buit. Consulti el seu metge si pateix asma o si està prenent un altra medicació. Possibles efectes secundaris: marejos, inflor de peus.
Reliefen	Cada comprimít conté 200 mg d'ibuprofeno. És més suau per a l'estómac que l'aspirina.	Dolors de cap, musculars i reumàtics, dolor dental, símptomes del refredat, dolor d'esquena; redueix la febre i la inflamació.	Adults i nens majors de 12 anys: De 1 a 2 comprimits cada 4-6 hores, sense excedir de 6 comprimits cada 24 hores. Nens de 12 anys o menors: El Reliefen no és adequat per a nens de 12 anys o menors.	Si pateix d'asma o disfunció renal, és al·lèrgic a l'aspirina o està embarassada, ha de consultar el seu metge abans de prendre aquest medicament.

Exemple 1.1

A partir de la informació donada, classifica els quatre calmants del més suau al més fort. (Escriu els números 1 a 4 en les caselles; el 4 correspon al més fort).

- Acuaspirina
- Paracem
- NoAx
- Reliefen

Críteris de puntuació

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes de 2, 1, 4, 3 en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Exemple 1.2

Identifica dos dels calmants que puguin provocar més irritació d'estómac que els altres dos.

- A. Acuaspirina
- B. Paracem
- C. NoAx
- D. Reliefen

Críteris de puntuació

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que indiquen A i C com els dos calmants que poden provocar irritació d'estómac.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Exemple 1.3

La mare d'en Miquel va prendre alguns comprimits de Reliefen per al refredat i el mal de cap. Va prendre dos comprimits a les 8 del matí, un comprimit a la 1 del migdia i dos comprimits a les 6 de la tarda. Abans d'anar-se'n al llit a les 11 de la nit, quants comprimits podria prendre d'acord amb les instruccions de dosificació?

Críteris de puntuació**Màxima puntuació**

Codi 1: Respostes que especifiquen un comprimit, de manera que el total no sobrepassi els sis comprimits en 24 hores.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Exemple 1.4

Selecciona el calmant més adequat per a cada un dels següents pacients a partir de la informació donada.

Pacient	Encercla el calmant més adequat
Emma, una nena de 10 anys amb refredat i febre.	Acuaspirina / Paracem / NoAx / Reliefen
Jordi, un noi asmàtic de 13 anys amb esquinç al turmell que necessita un calmant per reduir el dolor i la inflamació.	Acuaspirina / Paracem / NoAx / Reliefen
Guillem, un operari de maquinària de 45 anys que necessita un calmant durador per al mal d'esquena mentre continua amb la seva feina.	Acuaspirina / Paracem / NoAx / Reliefen
Susanna, una mare lactant i que té mal de cap.	Acuaspirina / Paracem / NoAx / Reliefen

Puntuació**Màxima puntuació**

Codi 1: Respostes que especifiquen Paracem, Acuaspirina, Reliefen, Paracem, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Després de prendre una decisió els estudiants han de ser capaços d'avaluar, justificar i comunicar la decisió a una audiència externa. L'habilitat per justificar i comunicar la solució d'un problema constitueix un aspecte important de les seves capacitats de *presa de decisió*.

En resum, els exercicis de *presa de decisions* requereixen que es compregui la informació donada, que s'identifiquin les limitacions i alternatives rellevants, que s'elaborin o apliquin representacions externes, que se seleccioni la millor solució d'entre diverses alternatives i que s'avaluï, justifiqui o comuniqui la decisió.

Anàlisis i disseny de sistemes

Els problemes *d'anàlisis i disseny de sistemes* requereixen que l'estudiant analitzi una situació complexa per a així entendre la seva lògica i/o dissenyar un sistema que funcioni i aconsegueixi certs objectius, donada la informació sobre la relació entre els diferents aspectes del context del problema. Per exemple, en la Unitat 2: "Gestió de vendes de CD", es demana a l'alumnat que analitzi i dissenyi el sistema de registre de la gestió de vendes de CD d'una tenda.

Els problemes *d'anàlisis i disseny de sistemes* difereixen dels problemes de presa de decisions en almenys dos aspectes crucials: I) a l'estudiant se li demana que analitzi un sistema o dissenyi la solució a un problema en lloc de seleccionar una alternativa entre vàries, i II) la situació descrita normalment és un sistema complex de variables interrelacionades en què una variable afecta a les altres i, per tant, la solució a vegades no està clarament definida. Dit d'una altra manera, els problemes d'anàlisis i disseny de sistemes es caracteritzen per la naturalesa dinàmica de les relacions entre les variables involucrades i una possible falta d'unicitat de la solució. Aquests tipus de problemes apareixen sovint en disciplines com les ciències mediambientals o econòmiques. En els exercicis de presa de decisions, les variables normalment no interactuen de manera tan complexa, les limitacions són més clares i les decisions són més fàcils de justificar.

Els exercicis *d'anàlisis i disseny de sistemes* requereixen, en general, que s'identifiquin les variables relacionades i que es determini la manera que interactuen. En aquests escenaris, els estudiants han de ser capaços d'analitzar situacions complexes i determinar les relacions que defineixen els sistemes o dissenyar-ne un que satisfaci les relacions donades i que aconsegueixi certs objectius pertinents. L'habilitat per avaluar, justificar i comunicar la solució d'un problema *d'anàlisis i disseny de sistemes* constitueix també una part essencial del procés.

Així com es va veure al tractar els problemes de *presa de decisions*, la dificultat d'un problema *d'anàlisis i disseny de sistemes* resulta també afectada per la seva complexitat. Com més complexa és una situació (pel que fa al nombre de variables, però també a les interrelacions), més gran és la dificultat

de l'exercici. L'elaboració d'una representació o l'aplicació d'una representació donada o ja coneguda constitueix part obligada del procés de resolució d'un problema.

En la Unitat 2: “Gestió de vendes de CD”, l'estudiant ha d'identificar les variables importants per a les vendes de CD i analitzar les relacions entre elles per establir la millor manera d'organitzar la informació. Aquesta tasca requereix també que l'alumnat desenvolupi mètodes per extreure informació mitjançant raonament lògic.

Unitat 2**GESTIÓ DE VENDES DE CD**

La tenda de discos Melodia està desenvolupant un sistema per registrar els CD de música que ven. La direcció ha preparat dues fitxes de registre en l'ordinador tal com es mostra a continuació:

Fitxa de registre 1: Característiques de cada CD (una línia per CD)

Núm. sèrie CD	Títol del CD	Companyia discogràfica
14339	Carnaval de primavera	NAXA
10292	Èxits dels 90	FineStudio
00551	Àries per a amants de l'òpera	DigiRec

Fitxa de registre 2: Característiques de cada pista del CD (una línia per pista)

Núm. sèrie CD	Número de pista	Nom de la pista
14339	1	Febre de primavera
14339	2	Salt a la primavera
14339	3	Ritme de mitjanit
10292	1	El millor ball

Exemple 2.1

A quin full de registre (1 o 2) s'ha d'afegir cadascuna de les següents característiques?

Característica	Dades d'exemple	Envolta amb un cercle Fitxa 1 o Fitxa 2
Artista/Grup/Orquestra	Faye Weber; Filharmònica de Berlín	Fitxa 1 / Fitxa 2
Preu	Preu 15 zeds; 25 zeds el CD doble.	Fitxa 1 / Fitxa 2
Existències	Comanda. Al magatzem	Fitxa 1 /Fitxa 2
Compositor	Warren Jones; Li Yuan	Fitxa 1 / Fitxa 2

 criteris de puntuació

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que indiquen Fitxa 2, Fitxa 1, Fitxa 1, Fitxa 2, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Exemple 2.2

Afegeix dues característiques a la Fitxa 1 i unes altres dues característiques a la Fitxa 2, i afegeix dades d'exemple. No incloguis característiques que ja hagin estat esmentades.

 criteris de puntuació

Llista de característiques per a la Fitxa 1:

- drets d'autor / any de publicació del CD, p. ex., ©1998.
- durada total del CD, p. ex., 78 minuts.
- categoria del CD: clàssica, popular, alternativa.

Llista de característiques per a la Fitxa 2:

- durada de la pista, p. ex., 5'32".
- any/lloc de gravació, p. ex., març de 1998, Praga.
- autor de la lletra, p. ex., Sharon Green.

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que incloguin:

- dues característiques de la Fitxa 1, de la llista anterior.
- dues característiques de la Fitxa 2, de la llista anterior.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que són p. ex:

incompletes, que mencionen únicament dues característiques per a la Fitxa 1,

○

• incompletes, que mencionen únicament dues característiques per a la Fitxa 2,

○

• que mencionen les característiques sense entrades d'exemple.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Exemple 2.3

El sistema de registre permet als usuaris realitzar recerques de CD concrets. A continuació es mostra com s'escriuen les ordres de recerca mitjançant parèntesi () i paraules clau: "I" i "O":

(1) Per localitzar tots els CD de menys de 15 zeds amb gravacions realitzades per la solista Irene Emilia, escriu la següent ordre de recerca:

(Preu < 15) i (Artista = Irene Emilia).

(2) Per localitzar tots els CD amb gravacions de la Cinquena Simfonia de Beethoven gravades per les Orquestres Simfòniques de Boston o Chicago, escriu la següent ordre de recerca:

(Títol= Cinquena Simfonia de Beethoven) I (Orquestra= Boston O Chicago).

Escriu una ordre de recerca per localitzar tots els CD produïts i registrats per les companyies discogràfiques NAXA o DigiRec de les gravacions de la cançó "Ahir a la nit vaig tenir un somni".

Criteris de puntuació

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que incloguin:

(Pista = Ahir a la nit vaig tenir un somni) I (companyia = NAXA O DigiRec).

S'ha de tenir en compte que l'èmfasi es fa en la col·locació d'"I" i "O" i en els parèntesis. El text i l'ordre dels parèntesis no són importants. Tampoc és

important la formulació exacta de les paraules clau, com *pista i companyia*. Es pot acceptar *títol* en lloc de *nom de pista*; *productor* en lloc de *companyia*, etc.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Avaluar, justificar i comunicar la solució són parts molt importants del procés de resolució de problemes d'un exercici *d'anàlisi i disseny de sistemes*. La solució d'un exercici d'aquest tipus sovint no és única ni òbvia i es presenten avantatges i desavantatges associats a cada solució possible.

En resum, un exercici *d'anàlisi i disseny de sistemes* normalment requereix que es compreguin les relacions complexes que es produeixen entre diferents variables interdependents, que s'identifiquin les seves característiques fonamentals, que s'elabori o apliqui una representació donada, que s'analitzi una situació complexa o que es dissenyi un sistema per aconseguir determinats objectius. Això implica normalment que l'alumnat comprova i avalua la seva feina a mesura que va seguint els diferents passos que condueixen a una anàlisi o disseny.

Tractament de disfuncions

Els problemes de *tractament de disfuncions* precisen que l'alumnat compregui les característiques principals d'un sistema i que pugui detectar un defecte o un baix rendiment en una característica del sistema o mecanisme. Per exemple, en la Unitat 3: "Bomba de bicicleta", a la Joana se li demana que determini per què no surt aire de la bomba d'inflar les rodes. Malgrat que ha accionat repetidament cap amunt i cap avall del mànec de la bomba, no ha sortit res d'aire. La Joana no podrà arribar a diagnosticar el que passa llevat que entengui el funcionament de la bomba i, més exactament, la funció de les vàlvules interior i exterior i el del pistó per impulsar l'aire des de l'exterior de la bomba fins al tubular de la bicicleta i la seva vàlvula d'inflat.

Els exercicis de *tractament de disfuncions* es distingeixen de manera clara dels exercicis de *presa de decisions* i dels *d'anàlisi i disseny de sistemes*, ja que no impliquen seleccionar la millor opció entre les altres ni dissenyar el sistema que millor s'adapti a uns requisits donats, sinó que requereixen comprendre la lògica d'un mecanisme causal, com, per exemple, el funcionament d'un procés o sistema físic. Vegeu, per exemple, el cas d'una empresa al detall que ha de trobar les raons del descens de les seves xifres de vendes o el d'un programador que ha de trobar l'error d'un programa.

Malgrat les diferents estructures dels tres tipus de problemes, l'alumnat que s'enfronta a un exercici de *tractament de disfuncions* ha d'entendre també el funcionament del dispositiu o procés (és a dir, entendre el mecanisme), identificar les característiques importants per diagnosticar el problema específic que se li demana arreglar, crear o aplicar les representacions pertinents,

formular un diagnòstic, proposar una solució i, si la situació ho precisa, posar en pràctica la solució.

La representació és molt important en els problemes de *tractament de disfuncions*, perquè sovint exigeixen la integració d'informació verbal i gràfica. En la Unitat 3: "Bomba de bicicleta", la Joana ha de combinar la informació gràfica i verbal per arribar a comprendre el mecanisme de la bomba. En altres situacions pot ser que l'alumnat necessiti crear una representació gràfica a partir d'una descripció verbal o descriure verbalment una il·lustració que presenti el funcionament del dispositiu. La capacitat per canviar de manera flexible entre un i un altre tipus de representació constitueix un aspecte important del procés de resolució de problemes que sovint intervé en els problemes de *tractament de disfuncions*. Finalment, l'avaluació, justificació i comunicació resulten tan importants en aquest tipus de problemes com en els altres. Per exemple, en l'Exemple 3.2, s'han d'aportar raons que recolzin les afirmacions.

En resum, els exercicis de *tractament de disfuncions* comporten detectar el problema, proposar una solució i, a vegades, dur a terme aquesta solució. En aquests exercicis l'estudiant ha d'arribar a entendre el funcionament d'un dispositiu o procés, identificar els aspectes importants de l'exercici i crear una representació o aplicar una representació donada.

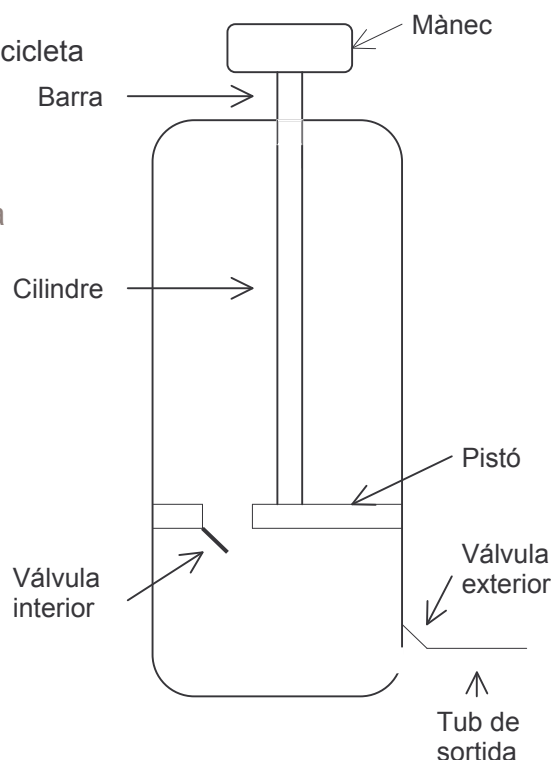
Unitat 3

Bomba de rodes de bicicleta

BOMBA DE BICICLETA

La Joana va tenir ahir alguns problemes amb la seva bomba d'inflar rodes de bicicleta. Accionava cap amunt i cap avall repetidament el mànec de la bomba però no sortia aire pel tub de sortida. Volia saber per què no funcionava, així que va mirar a la caixa on es guardava la bomba i va trobar un full de paper amb la següent informació.

Quan s'estira cap amunt el mànec del pistó, l'aire passa a través de la vàlvula interior i omple l'espai entre el pistó i la vàlvula exterior. Quan s'empeny cap avall el mànec del pistó, la vàlvula interior es tanca i el pistó expulsa l'aire que es troba per sota del pistó a través de la vàlvula exterior.



Exemple 3.1

Explica com el moviment de les vàlvules possibilita el funcionament de la bomba de bicicleta quan el pistó es troba en posicions diferents.

Críteris de puntuació

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que descriuen què succeeix amb els DOS moviments del pistó.

- Quan el mànec del pistó s'empeny cap avall, la vàlvula interior es tanca i la vàlvula exterior s'obre.
- Quan el mànec del pistó s'estira cap amunt, la vàlvula interior s'obre i la vàlvula exterior es tanca.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que descriuen què succeeix amb el moviment del mànec del pistó en una sola direcció.

- Quan el mànec del pistó s'empeny cap avall, la vàlvula interior es tanca i la vàlvula exterior s'obre.

O

- Quan el mànec del pistó s'estira cap a amunt, la vàlvula interior s'obre i la vàlvula exterior es tanca.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Exemple 3.2

Identifica dues possibles causes del per què no surt aire pel tub de sortida. Dóna una explicació per a reforçar-les.

Críteris de puntuació

Possibles causes i explicacions:

- la vàlvula interior està embussada i, per tant, no pot passar l'aire a la part inferior del cilindre, per sota del pistó;
- la vàlvula exterior està embussada i no permet que l'aire surti pel tub de sortida;
- el pistó està desgastat i no es produeix suficient compressió perquè l'aire surti pel tub de sortida;
- hi ha una fuga en la paret del cilindre per sota del pistó que anul·la, per tant, la compressió;
- hi ha una fuga en el tub de sortida que fa que s'escapi l'aire;
- no hi ha presa d'aire cap al cilindre.

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que esmenten DUES raons amb explicacions.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que esmenten només UNA raó amb una explicació.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Resum dels tipus de problemes

Les entrades de la Taula 4.1 resumeixen les característiques bàsiques dels tres tipus de problemes en relació amb l'objectiu, els processos implicats i els factors de complexitat creixent associats als problemes.

Processos de resolució de problemes

El desenvolupament d'un marc conceptual per a la resolució de problemes precisa identificar els processos implicats en la feina de l'alumnat a l'hora de resoldre problemes. Això no és fàcil, ja que les maneres a través dels quals diferents persones resolen els problemes no encaixen en un format estàndard. Els processos proposats més endavant es basen en l'anàlisi cognitiu dels tres tipus de problemes descrits anteriorment, inspirats en la feina sobre el raonament i la resolució de problemes de psicòlegs cognitius (p. ex., Mayer i Wittrock, 1996; Bransford et al, 1999; Baxter i Glaser, 1997; Vosniadou i Ortony, 1989), així com en el treball fonamental de Polya (1945). El model proposat consta de diversos processos que proporcionen una estructura organitzativa per examinar la feina de l'alumnat i organitzar els exercicis d'avaluació de la resolució de problemes. Observi's que no es part del supòsit que aquests processos hagin de ser jeràrquics o necessaris per a la resolució d'un problema determinat. Quan els individus emprenen, representen i resolen problemes en temps real i de manera dinàmica, poden arribar a una solució d'una manera que transcendeixi l'estreta linealitat d'aquest model. De fet, en l'actualitat, la major part de la informació sobre el funcionament del sistema cognitiu dels éssers humans recolza la idea que es tracta d'un sistema de processament d'informació paral·lel, més que lineal.

Taula 4.1: Aspectes dels diversos tipus de resolució de problemes

	Presa de decisions	Anàlisi i disseny de sistemes	Tractament de disfuncions
Objectiu	Escollir de diverses alternatives amb limitacions	Identificar les relacions entre les parts d'un sistema i/o dissenyar un sistema per expressar les relacions entre parts	Diagnosticar i corregir un sistema o mecanisme defectuós o de baix rendiment
Processos necessaris	Comprendre una situació on existeixen diverses alternatives i restriccions i una feina especificada	Comprendre que la informació que caracteritza un sistema donat i requeriments associats amb una feina especificada	Comprendre els trets principals d'un sistema o mecanisme i el seu funcionament defectuós i les exigències d'una feina específica
	Identificar restriccions pertinents	Identificar les parts pertinents del sistema	Identificar variables de relació causal
	Representar les alternatives possibles	Representar les relacions entre les parts del sistema	Representar el funcionament del sistema

Prendre una decisió entre alternatives diferents	Analitzar o dissenyar un sistema que capti les relacions entre les parts	Diagnostica el mal funcionament del sistema i/o proposar una solució
Comprovar i avaluar la decisió	Comprovar i avaluar l'anàlisi del disseny del sistema	Comprovar i avaluar la decisió
Comunicar o justificar la decisió	Comunicar l'anàlisi o justificar el disseny proposat	Comunicar o justificar el diagnosi i la solució
Possibles fonts de complexitat		
Nombre de restriccions	Nombre de variables interrelacionades i tipus de relacions	Nombre de parts interrelacionades del sistema o mecanisme i les maneres en què les parts s'influeixen
Nombre i tipus de representacions utilitzades (verbals, pictòriques i numèriques)	Nombre i tipus de representacions utilitzades (verbals, pictòriques i numèriques)	Nombre i tipus de representacions utilitzades (verbals, pictòriques i numèriques)

- *Comprensió del problema.* Això implica la manera com els estudiants entenen un text, diagrama, fórmula o taula i en formulen deduccions; com relacionen la informació procedent de diverses fonts; com demostren la comprensió de conceptes pertinents; i com utilitzen els seus coneixements propis per entendre la informació donada.

- *Descripció del problema.* Això implica la manera com els estudiants identifiquen les variables del problema i les seves interrelacions; com decideixen quines variables són pertinents i quines no; com elaboren hipòtesis, i com extreuen, organitzen, consideren i avaluen de manera crítica la informació contextual.

- *Representació del problema.* Això implica la manera com els estudiants elaboren representacions tabulars, gràfiques, simbòliques o verbals o que apliquen una representació externa a la solució del problema, i com canvien entre els diferents formats de representació.

- *Resolució del problema.* Això implica prendre una decisió (en el cas del tipus *presa de decisions*), analitzar o dissenyar un sistema per assolir certs objectius (en el cas del tipus *anàlisi i disseny de sistemes*) o diagnosticar i proposar una solució (en el cas del tipus *tractament de disfuncions*).

- *Reflexió sobre el problema.* Això implica la manera com els estudiants examinen la seva solució i busquen un aclariment o informació addicional; com avaluen la seva solució des de diferents perspectives en un intent de reestructurar les solucions i fer-les més acceptables tècnicament o socialment; i com justifiquen les seves solucions.

- *Transmissió de la solució del problema.* Això implica la manera com els estudiants seleccionen els mitjans i representacions adequats per expressar i comunicar les seves solucions a una audiència externa.

Situacions

L'avaluació de la resolució de problemes en el projecte PISA/OCDE hauria d'exigir als estudiants que apliquessin els seus coneixements i habilitats d'una manera nova, que traslladessin les seves capacitats d'un escenari a un altre i que utilitzessin els seus coneixements per tractar els problemes de *presa de decisions, anàlisis i disseny de sistemes i tractament de disfuncions*. Com a tal, la feina interdisciplinària de resolució de problemes abraçarà en molts casos la noció de "habilitats per a la vida". En general, els problemes s'inseriran en situacions de la vida real associades a la vida personal, al treball i oci i a la comunitat i societat.

Situació de la resolució de problemes en l'estudi PISA 2003

Malgrat que la comprensió lectora, les matemàtiques i les ciències siguin tres àmbits de coneixement fonamentals de qualsevol sistema educatiu, no proporcionen a l'alumnat totes les habilitats que necessiten per a preparar-se per a la vida adulta. Un examen dels nous coneixements i habilitats que s'esperen dels ciutadans i de la població activa del segle XXI indica que les esmentades expectatives canvien tan ràpidament com avança la tecnologia. Així com les diferents formes de la tecnologia han reemplaçat les formes de treball manual, els nous coneixements i habilitats han ocupat el lloc d'un contingut més tradicional com requisits d'entrada al treball i a la vida adulta. Les avaluacions PISA/OCDE han de mesurar les capacitats dels estudiants per adaptar, modificar i resoldre problemes que precisen noves i emergents competències clau.

Competències clau

El desenvolupament de llistes d'aptituds o de competències clau ha estat un objectiu primordial de diverses accions de l'OCDE, i, de manera més visible, en el projecte DeSeCo (Definició i Selecció de Competències, Rychen i Salganik, 2000). Aquest treball va arribar a la conclusió que les competències clau són multifuncionals i multidimensionals per naturalesa i permeten que una persona traspassi dominis i manegi ordres superiors de complexitat mental. Les competències clau permeten que els individus manegin situacions complexes de manera activa i reflexiva. Especialment, ajuden els individus a passar de les visions dualistes dels seus entorns o conjuntures a posicions de visió estratègica que revelen interpretacions diverses, i a vegades conflictives, dels fets i contextos. Les competències clau requereixen nombrosos processos mentals. Entre els processos enumerats a l'informe DeSeCo es compten els següents:

- reconèixer i analitzar models, establir analogies entre les situacions viscudes i les noves (manejar la complexitat);
- percebre les situacions, discriminant entre les característiques pertinents i les que no ho són (dimensió perceptiva);

- seleccionar els mitjans apropiats per assolir determinats objectius, valorar les diferents possibilitats que s'ofereixen, realitzar judicis i aplicar-los (dimensió normativa);
- desenvolupar una orientació social, confiar en els altres, escoltar i entendre les posicions dels altres (dimensió cooperativa);
- donar sentit a allò que passa als altres i a nosaltres mateixos en la vida, percebre i descriure el món, i el lloc real i desitjat en el qual ens agradaria estar (dimensió narrativa).

L'examen d'aquests procediments demostra que la resolució de problemes considerada com una activitat interdisciplinària constitueix el nucli de les competències clau. El reconeixement, l'abstracció, la generalització i l'avaluació de regularitats i l'elaboració dels plans d'acció subsegüents representen una part central del que la resolució de problemes aporta a la presa de decisions en un context educatiu, tècnic i professional. Percebre les situacions dins de contextos complexos i definir les característiques i limitacions pertinents resulta fonamental per analitzar sistemes i estructures i elaborar plans d'acció per fer front als problemes en tots els vessants de l'activitat humana. Allò que la resolució de problemes aporta per fer front a les dificultats que apareixen en la vida o a la feina és la capacitat de seleccionar els mitjans apropiats per assolir els objectius que es persegueixen o desitgen.

La resolució de problemes en les tendències de l'ocupació i en la demanda d'habilitats

L'actual alumnat de 15 anys s'incorporarà a la població activa al llarg dels pròxims 10 anys. Per avaluar si estan preparats per a la vida és important identificar les característiques del mercat laboral que es trobaran. Els estudis de tendències de l'ocupació i de les exigències d'habilitats relacionades indiquen que en els últims 20 anys han tingut lloc canvis importants al mercat laboral (OIT, 1998; OCDE, 2001b). Els ràpids avenços tecnològics i la globalització dels negocis i la indústria han generat una demanda creixent de tècnics i professionals altament qualificats. Aquesta demanda ha provocat a la vegada la necessitat d'una reforma educativa, tant en l'ensenyament formal com en la formació en el lloc de treball. Als Estats Units, l'informe SCANS (*Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills*, Comissió del Secretari sobre la consecució de les habilitats necessàries, Departament de Treball de EE.UU., 1991) va proposar un mètode perquè els centres educatius concebessin les habilitats i el coneixement necessaris d'una manera que anés més enllà de les disciplines acadèmiques tradicionals. El marc conceptual de la SCANS consisteix en tres habilitats fonamentals acompanyades de cinc competències generals (Stern, 1999). Els fonaments de les habilitats consisteixen en:

- *habilitats bàsiques*: comprensió lectora, escriptura, aritmètica i matemàtiques, comprensió auditiva i expressió oral;

- *habilitats de raonament*: pensament creatiu, presa de decisions, resolució de problemes, visió mental de les coses, saber com aprendre i com raonar;
- *aptituds personals*: responsabilitat, autoestima, sociabilitat, autonomia i integritat / honradesa.

Entre les competències associades es compten:

- *recursos*: saber gestionar el temps, els diners, els materials, les instal·lacions i els recursos humans;
- *interpersonals*: participar en un equip, ajudar que els altres aprenguin, servir a clients/consumidors, liderar i dirigir, negociar i treballar amb la diversitat;
- *informació*: adquirir-la i avaluar-la, organitzar-la i mantenir-la, interpretar-la i comunicar-la, i utilitzar ordinadors per processar-la;
- *sistemes*: comprendre els sistemes, controlar i corregir el seu rendiment, i millorar o dissenyar sistemes;
- *tecnologia*: elegir una tecnologia, aplicar-la a una tasca, mantenir i arreglar equips i dispositius.

Així, mentre les assignatures acadèmiques principals de comprensió lectora, escriptura i matemàtiques destaquen en la línia d'habilitats bàsiques de la SCANS, els dissenyadors de l'informe SCANS, a l'igual que els de l'informe DeSeCo, han ubicat les habilitats de resolució de problemes i raonament crític com un àmbit d'estudi separat. Això no indica que no es doni una activitat de resolució de problemes o raonament crític en comprensió lectora, matemàtiques o ciències, però sí indica que hi ha una tendència creixent a considerar la resolució de problemes com un àmbit de l'activitat humana independent i reconeguda, que se situa al marge dels àmbits de coneixement tradicionals.

Els informes SCANS i DeSeCo són només dos exemples de les anàlisis dels coneixements i habilitats que precisen les concepcions actuals i emergents de les necessitats de la població activa. Moltes altres anàlisis han proporcionat també visions similars de les habilitats genèriques i relacionades amb la vida laboral que necessitarà l'alumnat d'avui en dia. McCurry (2002) ofereix una anàlisi d'aquests informes on mostra que, al marge dels coneixements i aptituds associats als àmbits de coneixement tradicionals, les habilitats de resolució de problemes o el raonament general representen una competència central per a la vida i la feina del demà.

Diferències entre resolució de problemes i àmbits de competència del projecte PISA

L'avaluació de la resolució de problemes interdisciplinaris en el projecte PISA 2003 es diferencia en diversos i importants aspectes dels estudis de resolució de problemes inclosos en les tres avaluacions d'àmbits de competència del projecte PISA i en estudis sociològics existents. En primer lloc, en les avaluacions PISA/OCDE de comprensió lectora, matemàtiques i ciències, la resolució de problemes s'utilitza per avaluar el coneixement i la comprensió dels diferents àmbits, mentre que en la resolució de problemes l'atenció se centra en els processos de resolució de problemes per si mateixos. En segon lloc, la solució de problemes del projecte PISA/OCDE es diferencia de les avaluacions dels altres àmbits de coneixement que emfatitza la integració de la informació de diferents àmbits en lloc de recórrer a un sol àmbit de coneixement. Finalment, les avaluacions del projecte PISA/OCDE són diferents pel fet de tenir solucions obertes i per la complexitat de les habilitats de raonament crític que comporten.

En aquest intent de mesurar les capacitats de resolució de problemes, l'avaluació PISA/OCDE comparteix el plantejament del projecte i la centralitat del raonament analític propis del ALLS (*International Adult Literacy and Life Skills Survey*, Estudi internacional d'Alfabetització i de les Habilitats Vitals de la Població Adulta) i d'algunes parts de les opcions alemanyes de l'estudi PISA 2000. D'altra banda, l'avaluació PISA/OCDE se centra únicament en tres tipus de problemes definits, fet que permet efectuar una avaluació dotada de major claredat i profunditat de certs processos que utilitzen els estudiants en aquests plantejaments. Però potser la cosa més important és que l'avaluació PISA/OCDE es diferencia d'altres estudis d'avaluació educativa a gran escala en què no es basa en el currículum, sinó que avalua la preparació per a la vida que posseeixen els estudiants de 15 anys. Mentre que els marcs conceptuals de comprensió lectora, matemàtiques i ciències posen èmfasi en la competència i especifiquen el paper que les habilitats i els conceptes clau tenen en els àmbits de coneixement per preparar l'alumnat per a la vida adulta, la resolució de problemes PISA/OCDE se centra en habilitats de raonament genèriques i complexes d'ordre superior que transcendeixen els tradicionals àmbits de coneixement.

Avaluar processos en lloc de coneixements

Ja que l'avaluació PISA/OCDE de la resolució de problemes se centra en el raonament genèric i en els processos de resolució, és important reconèixer que la resolució de problemes no és un àmbit propi d'una assignatura temàtica, sinó que té a veure amb l'aplicació dels processos dels quals es valen les persones quan s'enfronten a situacions problemàtiques (NCTM, 2000). Per tant, la resolució de problemes PISA/OCDE examina la feina de l'alumnat centrant-se en la manera com l'alumnat aconsegueix:

- comprendre els problemes i els seus contextos;
- identificar les restriccions o característiques pertinents dels problemes;
- desenvolupar o avaluar les representacions dels problemes;

- resoldre aspectes del problema;
- comprovar, avaluar o justificar com a formant part del procés de resolució;
- comunicar la solució o anàlisi d'un problema.

Centrar-se en els processos en lloc de fer-ho únicament en les solucions finals permet entendre la manera que la gent aborda la resolució dels problemes. Mayer (1985) puntualitza que aquest enfocament propi del processament d'informació per examinar la resolució de problemes es basa en l'anàlisi de tasques. D'aquesta manera, proporciona una descripció independent del que aporta la resolució de problemes, més enllà de la puntuació obtinguda en una prova. Comprendre els processos que tenen lloc pot també ajudar els professors en la seva preparació d'activitats estructurades per ensenyar la resolució de problemes.

Tipus de resolució problemes

Com ja s'ha explicat, els tres tipus de problemes utilitzats en l'avaluació PISA 2003 són *la presa de decisions, l'anàlisi i disseny de sistemes i el tractament de disfuncions*. Aquests tipus de problemes s'ajusten tant a les recomanacions del SCANS com a les del DeSeCo. La raó principal per restringir la quantitat de tipus és que el temps disponible per a l'avaluació de la resolució de problemes és limitat. Encara que hagués estat possible seleccionar exercicis de resolució de problemes d'entre una molt extensa gamma d'exigències, així com identificar estratègies similars i desenvolupar contextos per situar els problemes, es va decidir limitar els tipus i exigències dels problemes estudiats.

Molts dels exercicis utilitzats en l'anàlisi dels tres tipus contenen problemes que comporten planificar, assignar recursos, localitzar les causes dels problemes, avaluar i organitzar la informació i trobar les millors opcions. Encara que cap d'aquests exercicis precisa un coneixement profund de comprensió lectora, matemàtiques o ciències, tots requereixen un pensament lògic i un raonament analític. Aquests exercicis no formen part dels àmbits de comprensió lectora, matemàtiques o ciències, sinó que se centren en les importants habilitats de base per a la resolució de problemes que s'han identificat en els informes citats anteriorment.

Per mesurar adequadament els aspectes interdisciplinaris de la resolució de problemes és important que:

- l'avaluació se centri amb igual intensitat tant en els processos que els estudiants utilitzen a l'hora de solucionar problemes com en la correcció de les solucions;
- s'espera que l'alumnat pugui mobilitzar competències de resolució de problemes relacionades amb els àmbits de coneixement del projecte PISA/OCDE, però tenint cura que els problemes utilitzats per avaluar la

resolució de problemes, com a competència interdisciplinària, desbordin el marc d'un únic àmbit de coneixement, establint vincles a la vegada amb aspectes que queden fora dels àmbits curriculars i amb altres que queden a cavall sobre les fronteres que delimiten diversos àmbits;

- les competències interdisciplinàries de resolució de problemes siguin avaluades mitjançant exercicis que desbordin l'àrea temàtica en termes de contingut (centrant-se en situacions de la vida real que impliquin una transferència d'aprenentatges curriculars) i de context (centrant-se en ambientacions complexes, dinàmiques i realistes, així com en exercicis de raonament).

És evident que la resolució de problemes interdisciplinaris constitueix una part integral de les habilitats necessitades per la població activa actual i futura, i que l'element de resolució de problemes del projecte PISA/OCDE cobreix alguns buits a l'avaluar la preparació de l'alumnat que no cobreix les àrees de coneixement més acadèmiques. No obstant, el marc conceptual de resolució de problemes actual no contempla totes els àmbits de resolució de problemes, per exemple, la resolució de problemes interpersonals i de grup que moltes empreses consideren important.

Característiques de l'avaluació

Accessibilitat i equitat

L'avaluació ha de ser accessible per a tot l'alumnat sense tenir en compte els programes educatius dels països participants. Això significa que les preguntes han de poder ser enteses i resoltes per alumnat de 15 anys independentment del currículum que segueixin. Les preguntes han d'elaborar-se amb diferents representacions (gràfics, taules, paraules, símbols, dibuixos, etc.) que tots puguin interpretar fàcilment. A més, es procurarà evitar qualsevol biaix en el disseny i l'elaboració de les preguntes. Per exemple, s'ha d'evitar un vocabulari excessivament tècnic, uns requisits de comprensió lectora difícil i l'ús de preguntes que recorrin a experiències vitals personals específics.

Ús de la calculadora

L'avaluació de la resolució de problemes no se centra en la capacitat dels estudiants per dur a terme càlculs. Per tant, s'haurà de permetre que tot l'alumnat participant en l'avaluació de problemes del projecte OCDE utilitzi les calculadores que normalment utilitza a la classe. L'ús de la calculadora haurà de ser decisió de cadascun dels estudiants, depenent de quan considerin apropiat utilitzar-la i de com pensin que pot contribuir a solucionar un problema. No caldrà elaborar cap pregunta que la solució depengui únicament de l'ús d'una calculadora, i l'extensió de les preguntes no haurà d'impedir que els estudiants que no usin calculadora puguin trobar-se en desavantatge a l'hora de realitzar els càlculs requerits.

Tipus de pregunta

En anteriors avaluacions de resolució de problemes a gran escala, les preguntes utilitzades van ser dels següents tipus: elecció múltiple, vertader o fals, o resposta breu. Es van utilitzar aquests tipus de preguntes perquè es considerava que contribuïen a una major fiabilitat, proporcionaven major objectivitat, reduïen els costos de puntuació i facilitaven els requisits administratius en comparació de les avaluacions que comptaven amb respostes elaborades pels estudiants. No obstant això, per determinar adequadament la capacitat dels estudiants per raonar, per resoldre problemes i per comunicar els resultats de tals activitats, es necessiten dades més extenses sobre la seva feina. A més, per descriure i mesurar adequadament la feina dels estudiants és important poder examinar diversos tipus de processos de reflexió que utilitzen en situacions problemàtiques. Per tot això, en l'avaluació de la resolució de problemes interdisciplinàries del projecte PISA 2003, es requereix una major varietat de tipus de preguntes. A més de les preguntes d'elecció múltiple, l'avaluació comptarà amb preguntes de resposta construïda tant tancada com oberta. A continuació es descriuen cadascun dels tipus de pregunta.

Preguntes d'elecció múltiple

Les preguntes d'elecció múltiple resulten apropiades per determinar de manera ràpida i econòmica si els estudiants dominen certes aptituds, coneixements o capacitats per reunir la informació. Unes preguntes d'elecció múltiple ben dissenyades poden mesurar el coneixement i la comprensió de l'alumnat, així com la seva elecció i l'aplicació d'estratègies de resolució de problemes. Aquestes preguntes poden dissenyar-se per veure més enllà de la capacitat dels estudiants d'utilitzar alternatives o descartar opcions per determinar una resposta correcta. No obstant això, les preguntes d'elecció múltiple tenen una capacitat limitada per determinar l'amplitud i profunditat de les capacitats de solució de problema de l'alumnat en un bon nombre de contextos.

Les preguntes d'elecció múltiple utilitzades en l'avaluació de resolució de problemes del projecte PISA/OCDE han de cenyir-se als punts següents:

- no es poden contestar mitjançant el mer procediment de seleccionar valors o efectuar mesuraments o comparacions de mida a partir dels gràfics que acompanyen a la unitat;
- han de posseir alternatives o distractors dissenyats per establir la manera que els estudiants aconseguen o no fer front a la situació que planteja la pregunta i proporcionar informació sobre els seus processos de raonament, però no induir-los a caure en errors comuns;
- han d'utilitzar-se quan un model de pregunta alternatiu requeriria que els estudiants dibuixessin un gràfic o elaboressin un quadre que fos massa complicat i llarg.

Preguntes de resposta tancada

Les preguntes de resposta construïda tancada permeten que els examinadors avaluin objectius de més gran importància i processos més complexos en un format de resposta controlat. Les preguntes de resposta construïda tancada són semblants a les preguntes d'elecció múltiple, però s'hi demana als estudiants que produeixin una resposta que pot ser fàcilment corregida pels examinadors com a certa o falsa. La possibilitat d'encertar per casualitat es dona menys en les preguntes de resposta tancada, i aquest tipus de pregunta permet als examinadors observar què són capaços de produir els estudiants en una situació que no requereix una correcció experta i on la puntuació parcial no existeix.

Les preguntes de resposta construïda tancada utilitzades en l'avaluació de la resolució de problemes del projecte PISA/OCDE han de cenyir-se als punts següents:

- han d'utilitzar-se quan sigui important veure que els estudiants són capaços d'elaborar una resposta a la pregunta per si mateixos;
- han de formular de manera explícita què és allò que els estudiants han de fer per respondre a la pregunta;
- han de suscitar un número limitat de respostes possibles per a així poder ser corregides ràpidament amb un alt grau de fiabilitat.

Preguntes de resposta oberta

Les preguntes de resposta construïda oberta permeten que els examinadors determinin el que els estudiants són capaços de produir a partir de la seva comprensió d'una pregunta i el que són capaços d'explicar sobre com l'han resolt. Les preguntes de resposta construïda oberta breu precisen respostes breus per part dels estudiants: resultats numèrics, la classificació o el nom correcte d'un grup d'objectes, un exemple d'un concepte donat, etc.

Les preguntes de resposta construïda oberta breu utilitzades en l'avaluació de la resolució de problemes del projecte PISA/OCDE han de:

- utilitzar-se quan sigui important determinar si els estudiants són capaços d'elaborar una resposta a la pregunta per si mateixos;
- formular de manera explícita què han de fer els estudiants per respondre la pregunta;
- permetre examinar el grau que els estudiants entenen el problema.

Les preguntes de resposta construïda oberta extensa requereixen que els estudiants aportin resultats més complets del seu treball o que demostrin que han utilitzat processos de raonament més complexos al resoldre un

problema. En qualsevol cas, s'espera que els estudiants transmetin clarament els seus processos de presa de decisions en el context del problema (p. ex., per escrit, mitjançant dibuixos, diagrames o passos ben ordenats).

Les preguntes de resposta construïda oberta extensa emprades en l'avaluació de la resolució de problemes del projecte PISA/OCDE han de:

- exigir als estudiants que integrin la informació o els conceptes, i que mostrin la manera que aquests condueixen a la solució del problema proposat;
- cobrir múltiples àmbits de comprensió i les respostes dels estudiants hauran de posar en evidència la seva comprensió i capacitat d'establir connexions entre aquests conceptes;
- utilitzar-se quan la situació requereixi diversos passos per arribar a una solució i posseeixi components diversos;
- exigir als estudiants que expliquin o justifiquin la feina realitzada;
- ser susceptibles de ser corregides mitjançant guies, de manera que els correctors formats puguin puntuar les preguntes de manera eficaç i fiable.

Grups o unitats de preguntes

Per ajudar els estudiants a implicar-se millor en alguns problemes (i probablement lluitar contra les dificultats de motivació a l'hora de respondre), la majoria de les preguntes de les proves de resolució de problemes han d'elaborar-se en grups o unitats, és a dir en conjunts que tracten un mateix tema o una mateixa situació articulada entorn d'un projecte. Aquestes unitats haurien de contenir col·leccions de dues o més preguntes, sovint de tipus diferent de representació, i avaluades per diferents tipus de tasques. I també haurien d'estar relacionades per un tema o per un context comú. En qualsevol cas, les preguntes de les unitats han de ser independents, almenys en la mesura que la resposta correcta a una pregunta no calgui per a contestar correctament a la següent.

Guies de correcció

Les guies de correcció o instruccions per avaluar les respostes dels estudiants han d'elaborar-se dins d'un marc general que valori els aspectes principals de la resolució de problemes. Hauran de permetre determinar si els estudiants assoleixen els nivells següents:

- comprendre la informació donada;

- identificar o descriure les característiques fonamentals del problema i les seves interrelacions;
- elaborar o produir una representació del problema;
- resoldre el problema;
- comprovar, avaluar o justificar aspectes del problema;
- comunicar la solució del problema.

En les correccions, la major puntuació ha d'atorgar-se quan es detecti una comprensió completa del problema, una solució correcta, una perspicàcia considerable i un desenvolupament clar, apropiat i complet de la resposta. A més, les respostes esmentades han de semblar lògiques, estar clarament redactades i no contenir errors. Els exemples que incloguin han d'estar ben escollits i desenvolupats completament.

En un nivell de puntuació lleugerament inferior, la feina de l'alumnat ha de presentar una comprensió clara del problema, un grau de perspicàcia i un plantejament acceptable, però que demostra algun punt feble en el seu desenvolupament. Es donen exemples, però sense estar del tot desenvolupats.

En un nivell encara més baix, la feina presenta signes d'haver entès el problema en el pla conceptual, visible a través de la representació o del plantejament lògic adoptats. No obstant això, en conjunt, la resposta no està ben desenvolupada. Encara que apareixen diversos errors de lògica o de raonament, la resposta té alguna part correcta. Els exemples donats poden ser incorrectes o estan incomplets.

Finalment, hi ha un nivell sense puntuació que s'atorga a les preguntes totalment incorrectes o irrelevants. En la puntuació a aquest nivell, s'ha de realitzar alguna diferenciació addicional per distingir entre els estudiants que han intentat resoldre el problema i aquells que l'han deixat en blanc. Això últim pot deure's a la falta de temps o a un problema de motivació.

S'ha de tenir en compte que no totes les preguntes comptaran amb els tres nivells positius de puntuació descrits, però el conjunt de la prova de resolució de problemes inclourà preguntes apropiades per avaluar globalment els diferents nivells en els resultats dels estudiants.

Estructura general de l'avaluació

L'avaluació de la resolució de problemes interdisciplinària constarà de dos blocs d'unitats, de 30 minuts cadascun. Estaran representats els tres tipus de problemes (*presa de decisions, anàlisis i disseny de sistemes i tractament de disfuncions*) en una proporció de 2:2:1 respectivament.

Les preguntes de cada bloc s'agruparan en quatre o cinc unitats diferents. Hi haurà un 50% de preguntes que valorarà un únic corrector i un altre 50% de preguntes que requerirà l'avaluació de diversos correctors. Cada unitat comptarà almenys amb una pregunta que exigeixi a l'alumnat resoldre o avaluar una estratègia de solució del problema central de la unitat.

La informació dels exercicis pot ser més o menys explícita. Alguns exercicis poden contenir informació preestructurada amb certes restriccions, mentre que altres poden exigir que els estudiants extreguin la informació i elaborin les restriccions per si mateixos.

Quan resulti apropiat, ha de plantejar-se clarament el problema o exercici al principi de cada unitat. Cada unitat ha de tenir una introducció en la qual s'exposi clarament a l'alumnat el tipus d'exercici que ha de fer i el tipus de treball que haurà de realitzar.

En cap unitat hi ha d'haver més de tres documents de referència, per evitar la confusió de l'alumnat; no obstant això, en general cal utilitzar informació provinent de més d'una disciplina dins de cada unitat.

Anàlisis i presentació dels resultats

Es desenvoluparà una escala per presentar els resultats de l'avaluació de resolució de problemes interdisciplinaris, independent de les elaborades per altres àmbits de coneixement principals i secundaris de l'estudi PISA 2003.

La presentació dels resultats de l'avaluació interdisciplinària de la resolució de problemes es dissenyarà de manera que proporcioni una imatge clara de les competències dels estudiants en aquest àmbit als responsables de la política educativa, administració, professorat, pares i mares i alumnat. Especialment, la presentació de resultats ha de proporcionar:

- una escala de competència acompanyada d'un text explicatiu sobre la naturalesa de les capacitats de l'alumnat per a la resolució de problemes en diversos punts al llarg de l'esmentada escala;
- una planificació de preguntes similar a les utilitzades en altres àmbits del projecte PISA/OCDE per tractar la seva dificultat relativa i comparar les capacitats de l'estudiant al llarg de les diferents preguntes, contextos i altres característiques del disseny;
- dades sobre les relacions existents entre el rendiment dels estudiants en la resolució de problemes i altres àmbits de les avaluacions PISA/OCDE;
- informes especials que reflecteixin el rendiment de subgrups específics d'estudiants: per sexe, estatus socioeconòmic o diferents vessants curriculars.

Ampliacions potencials del marc conceptual per a futurs cicles PISA/OCDE

Han de tenir-se en compte tres opcions per a futures avaluacions interdisciplinàries de la resolució de problemes dins del projecte PISA/OCDE. Aquestes opcions involucren l'aplicació de la codificació de dues xifres de les respostes dels estudiants, l'avaluació de la resolució de problemes resolts mitjançant treball en grup i la utilització de proves administrades per ordinador i dissenyades segons les línies del treball de Klieme i les seves col·legues (en premsa).

La puntuació de problemes utilitzant dos dígit

A més de puntuar les respostes de l'alumnat per l'exactitud, les guies de correcció hauran de proporcionar una base per puntuar les estratègies utilitzades pels estudiants al resoldre un problema donat o per mostrar les idees falses que han impedit que els estudiants donessin amb la solució correcta. Aquesta forma de puntuació és útil per intentar captar la naturalesa del raonament de l'alumnat i el grau que els estudiants controlen habilitats de raonament d'ordre superior, i pot portar-se a terme mitjançant la utilització dels mètodes de puntuació de codi dual utilitzats en les avaluacions TIMSS i PISA 2000. Aquesta aproximació utilitza un codi de dues xifres a l'hora de puntuar les preguntes. La primera xifra indica si s'atorga alguna puntuació (total o parcial) a l'alumnat, si la feina ha estat incorrecta, si té una lletra intel·ligible o està en blanc. La segona xifra proporciona informació sobre el tipus de plantejament utilitzat per l'alumnat en cas que la pregunta s'hagi abordat correctament. Si l'estudiant no ha rebut cap puntuació, aquesta segona xifra procura informació sobre els tipus d'error o les falses idees que caracteritzen la feina de l'alumnat.

Resolució de problemes en grup

Una opció centrada en la resolució de problemes resolts en grup podria consistir en un bloc separat de preguntes, que l'alumnat completaria en grups de tres. Les preguntes d'aquests blocs podrien elaborar-se a partir de preguntes de l'avaluació interdisciplinària habitual. Això permetria comparar la feina realitzada per cada estudiant en un escenari individual amb la feina realitzada en escenaris de col·laboració. Aquests blocs d'avaluació haurien de proporcionar temps per a la generació i formulació d'idees i per al desenvolupament dels rols de grup.

Els programes *Pacesetter* del *College Board* (2000) compten amb models operatius d'avaluacions de la resolució de problemes en grup. Les expectatives sobre la competència dels estudiants en el terreny de la resolució de problemes i en el de l'educació globalment considerada exigeixen el desenvolupament d'aquestes competències en un entorn que valori els aspectes socials i la feina en grup i, per tant, també han de ser avaluades. Donada la relació de la resolució de problemes en grup amb els objectius específics dels diferents països pel que fa als estudiants, una avaluació d'aquest tipus hauria de desenvolupar-se com una opció internacional dins de

l'avaluació interdisciplinària de resolució de problemes en futurs cicles del projecte PISA/OCDE.

Resolució de proves per ordinador

L'interès internacional en les capacitats dels estudiants per a la resolució de problemes en temps real i en entorns dinàmics exigeix el desenvolupament d'opcions d'avaluació que puguin permetre la distribució de proves per ordinador segons les línies desenvolupades per Klieme (2000). Aquestes proves proporcionarien una font d'informació molt rica sobre les competències de resolució de problemes dels estudiants en un entorn dinàmic. També permetrien examinar com els estudiants ordenen i desenvolupen la seva feina en situacions complexes, d'una manera impossible d'obtenir a través d'una avaluació realitzada sobre paper. Aquest enfocament permet estudiar la interacció dels elements d'informació amb la selecció d'estratègies de resolució de problemes i la formulació de solucions. Com en el cas de l'avaluació de la resolució de problemes en grup, aquesta avaluació per ordinador hauria de considerar-se com una opció internacional en futurs estudis.

Requadre 4.1 TIPUS D'HABILITATS DE RAONAMENT

El raonament analític es caracteritza mitjançant situacions en les quals l'alumnat ha d'aplicar principis de la lògica formal per determinar les condicions necessàries i suficients o per determinar si les condicions i limitacions que s'enuncien en l'estímul del problema impliquen una relació de causalitat.

El raonament quantitatiu es caracteritza mitjançant situacions en les quals, per resoldre un problema donat, l'alumnat ha d'aplicar propietats i procediments relatius al sentit numèric i a les operacions numèriques pròpies de les matemàtiques.

El raonament analògic es caracteritza mitjançant situacions en les quals l'alumnat ha de resoldre un problema en un context similar al d'un altre amb el qual ja està familiaritzat on els elements de base ja els ha resolt alguna vegada. Els paràmetres o el context del nou estímul han estat modificats, però els factors inductors o el mecanisme causal són els mateixos. L'alumnat ha de poder resoldre el nou problema interpretant-lo a partir de la seva anterior experiència amb una situació anàloga.

El raonament combinatori es caracteritza mitjançant situacions en les quals l'alumnat ha d'examinar diferents factors, considerar totes les seves combinacions possibles, avaluar cadascuna d'aquestes combinacions relatives a alguna limitació objectiva i realitzar una elecció de les combinacions o ordenar-les en una llista de prioritats.

Exemples addicionals

Les següents unitats il·lustren una àmplia gamma d'unitats, preguntes i exercicis de l'avaluació interdisciplinària de la resolució de problemes del projecte PISA/OCDE. Aquestes unitats es van utilitzar en la prova pilot del cicle 2003, però, per una o una altra raó, no van ser seleccionades per a la prova final. No obstant això, s'han solucionat les deficiències observades i, llevat que s'indiqui el contrari, aquestes unitats es presenten aquí com a exemples de com són les unitats i preguntes de les proves. Atès que l'avaluació PISA 2003 no havia finalitzat quan es va elaborar aquesta publicació, no s'han inclòs aquí preguntes d'aquesta avaluació per raons de seguretat.

Les tres unitats que aquí es presenten complementen les tres unitats de resolució de problemes ja presentades (Unitats de resolució de problemes 1, 2 i 3). Aquestes sis unitats proporcionen una imatge bastant completa de les diverses situacions incloses en l'avaluació de resolució de problemes del projecte PISA 2003. Hi ha dues unitats de *presa de decisions*, dues unitats d'*anàlisi i disseny de sistemes* (una d'anàlisi i una de disseny) i dues unitats de *tractament de disfuncions* (una en el context d'un sistema i una altra en el d'un mecanisme). Les diverses preguntes de les unitats posen de manifest tota la varietat de formats de pregunta i de tipus de resposta requerits.

Les preguntes de les unitats es presenten en requadres amb algunes notes i comentaris explicatius per il·lustrar el que es pretén amb la pregunta i les respostes comunes que va donar l'alumnat en la prova pilot. Després de cada pregunta, apareix la seva guia de correcció.

Unitat 4**PILES**

La Unitat 4 de resolució de problemes planteja als estudiants un context en el qual han de decidir quina marca de pila és la millor opció per a un radiocasset estèreo. La Virgínia ha demanat a quatre dels seus amics que l'ajudin en un experiment: cadascun provarà dues marques de piles i després anotarà el temps que cada pila ha durat en els seus propis radiocasset. Les dades registrades per Virgínia i els seus amics apareixen en forma de taula perquè l'alumnat els utilitzi a l'hora de respondre a dues de les preguntes d'aquesta unitat.

Aquest problema tracta de com decidir quines piles són les millors del mercat.

La Virgínia s'adona que unes marques de piles duren més que altres en el seu radiocasset estèreo. Al mercat hi ha quatre marques diferents de piles que vagin bé al seu radiocasset. Demana a alguns amics que l'ajudin a decidir quina d'elles és la millor.

Cadascun dels seus amics prova dues marques de piles diferents en el seu propi radiocasset estèreo. La Figura 1 mostra les dades que li donen. (Usen les piles d'una marca fins que s'esgoten del tot i llavors proven les piles de l'altra fins que també s'esgoten.) Totes les piles són del mateix voltatge.

Figura 1: Durada de les diferents marques de piles

	Primera marca de piles	Durada	Segona marca de piles	Durada
Virginia	Energplus	5 dies	Durabat	5 dies
Marc	BaterX	4 dies	Elect-L	5 dies
Kike	Durabat	6 dies	Elect-L	5 dies
Pau	Elect-L	3 dies	Energplus	4 dies
Isabel	Energplus	7 dies	BaterX	4 dies

Exemple 4.1

La Virgínia examina els resultats i diu: "Aquesta investigació demostra que Durabat és la marca de piles que dura més temps".

Escriu una raó, basant-te en els resultats de la investigació anterior, per la qual es pugui concloure que "Durabat és la marca de piles que dura més temps".

Críteris de puntuació i comentaris

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que diuen que Durabat és la que té una mitjana de durada més gran: $(6 + 5) / 2 = 5,5$. Les altres marques de piles tenen una mitjana inferior (Energplus = 5,33, BaterX = 4, Elect-L = 4,33)

Nota: Per donar aquesta puntuació no cal que els estudiants escriguin els seus càlculs.

O

Durabat va durar 5 dies o més. Les altres piles van durar menys (4, 4 i 3 dies).

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Tipus de problema: *Presa de decisions*

Situació: *Vida personal/Científica*

Aquesta pregunta requereix que l'alumnat compregui la naturalesa de la posada a prova d'un producte com les piles, així com el paper que les dades poden desenvolupar en un tipus de comprovació d'aquest estil. Donades les dades de la taula, sembla que un pla de resposta possible és algun tipus de comparació de la durada de les piles. Per a això, cal que els estudiants s'adonin del que se'ls està demanant, que estableixin una comparació i que donin algun tipus de justificació en la seva resposta.

Si els estudiants aborden la pregunta intentant establir la durada mitjana de les piles i conclouen que Durabat és la més duradora ja que la seva durada mitjana és la més gran, vol dir que han examinat la informació, han comparat les diferents alternatives, han establert una generalització i han comunicat els seus resultats.

Alguns estudiants no van saber determinar bé el que se'ls demanava. Van interpretar que la pregunta els demanava una explicació sobre la necessitat d'energia dels radiocassetts o es van centrar únicament en la primera o segona marca de piles que els estudiants van provar. Alguns estudiants van aportar raons alienes a l'experiment, del tipus «Es pot deduir dels anuncis de la televisió».

Aquesta pregunta és d'alguna manera similar a les que es poden plantejar en una classe d'Economia del consumidor. No obstant això, per a la

majoria de l'alumnat aquesta pregunta no serà habitual i els farà pensar d'una forma nova així com elaborar la manera de comunicar les seves conclusions.

Exemple 4.2

Escriu DUES raons diferents per les quals és possible que els resultats d'aquesta prova no siguin fiables.

criteris de puntuació i comentaris

Possibles raons:

- No s'especifica l'ús diari ni en termes de temps ni de funció (reproduir, rebobinar, volum, etc.).
- La mostra que s'utilitza per a aquesta investigació és petita.
- Les mesures no són precises. Què s'entén per un dia?
- El fet que una marca de piles duri algunes vegades 7 dies i altres vegades 4 dies significa que els resultats no són fiables.
- Quan els radiocassetts són diferents poden tenir diferent consum elèctric.

Màxima puntuació

Codi 2: Respostes que esmenten clarament DUES possibles raons de la llista anterior.

Nota: cal tenir en compte que els dos raonaments han de ser diferents i no simplement dues maneres de dir el mateix.

Puntuació parcial

Codi 1: Respostes que esmenten clarament només UNA possible raó de la llista anterior.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Tipus de problema: *Presa de decisions*

Situació: *Vida personal/Científica*

Aquesta pregunta exigeix que els estudiants examinin les limitacions amb les quals es realitza l'experiment, que observin els factors que podrien ser font de diferències en la vida de les piles i que considerin diferents explicacions per als resultats de la prova.

Alguns alumnes no van arribar a entendre l'exercici i van intentar explicar per què el resultat de l'Exemple 4.1 de resolució de problemes era vertader. Altres estudis es van centrar en un aspecte particular de la situació i van donar una única raó, o dues raons equivalents, de per què els resultats no eren fiables. Per exemple, dues de les raons d'un/a alumne/a van ser que alguns radiocassets podien haver-se'n anat encenent i apagant i que els radiocassets podien no haver estat funcionant durant la mateixa quantitat de temps.

Per respondre bé a aquesta pregunta, l'alumnat ha de comprendre perfectament l'exercici de comprovació de la durada d'una pila. Això comporta ser capaç d'enumerar possibles factors relacionats amb la durada d'una pila, examinar les interrelacions entre aquests factors, comparar i contrastar aquests factors amb els utilitzats per respondre a l'anterior Exemple 4.1 de resolució de problemes i transmetre detingudament dues explicacions alternatives que invalidin l'opinió de la Virgínia.

La capacitat per resoldre correctament aquest exercici pot estar relacionada amb l'experiència de l'alumnat en la metodologia científica. Per aquesta raó no es va incloure aquesta unitat en la prova final sinó que es va reservar com unitat d'exemple.

Unitat 5

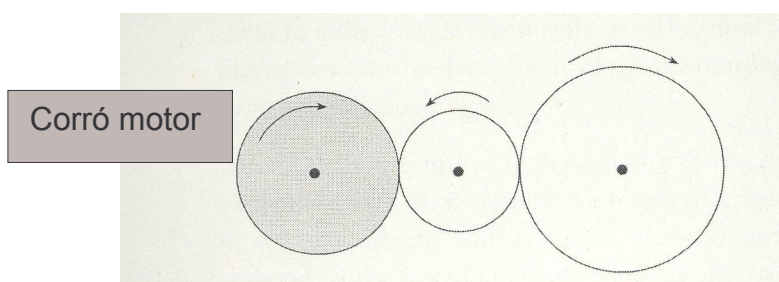
CORRONS

Aquesta unitat planteja a l'alumnat dues situacions en les quals han d'analitzar com gira un sistema de corrons, i després una situació en la qual han de dissenyar un sistema de corretges de transmissió que farà girar el conjunt de corrons en determinades direccions.

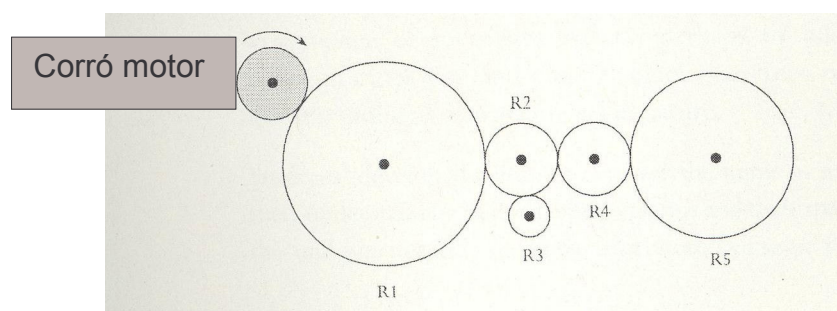
El material introductorï presentava un sistema de corrons senzill i proporciona informació gràfica de com giren els corrons en el sistema, partint del sentit que gira el corró motor.

Aquest problema tracta sobre el disseny d'un conjunt de corrons que han de girar d'una forma concreta.

Es pot fer girar un conjunt de corrons col·locant-los uns en contacte amb d'altres. El corró que es fa girar rep el nom de **corró motor**.



Exemple 5.1



Vet aquí un altre conjunt de corrons.

Quin corró o corrons giraran en el mateix sentit que el del corró motor, i quins giraran en sentit contrari?

Corró	Girarà en el mateix sentit que el corró motor o en el sentit contrari?
R1	Mateix sentit / Sentit contrari
R2	Mateix sentit / Sentit contrari
R3	Mateix sentit / Sentit contrari
R4	Mateix sentit / Sentit contrari
R5	Mateix sentit / Sentit contrari

criteris de puntuació i comentaris

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen: Contrari, Mateix, Contrari, Contrari, Mateix, en aquest ordre. (R2 i R5 giraran en el mateix sentit que el corró motor.)

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple complexa

Tipus de problema: Anàlisi i disseny de sistemes

Situació: Vida personal/Treball i oci

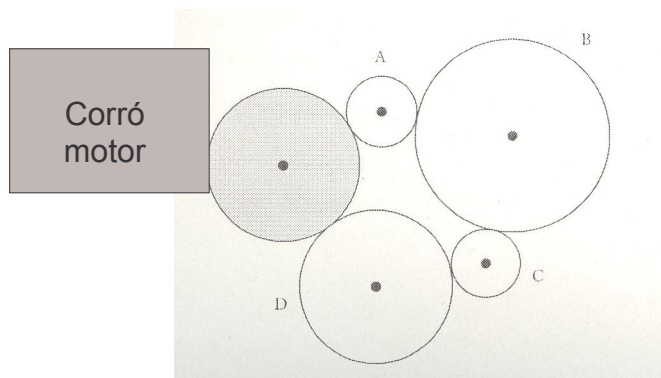
Per contestar correctament aquesta pregunta els estudiants han d'entendre la relació entre els corrons i la manera com es produeix el moviment en una sèrie de corrons com a resultat del moviment del corró motor. A partir de l'exemple, els estudiants han de deduir una regla sobre el sentit de la rotació dels corrons en contacte, i a partir també de comprendre la relació entre corrons en sèrie en contextos similars que els siguin familiars.

A partir de la comprensió intuïtiva de la situació, l'alumnat arriba a una generalització que ve a dir que els corrons en contacte es mouen en sentits contraris. Aquesta generalització per si sola no és suficient per contestar del tot a la pregunta que es planteja. Els estudiants han d'adonar-se que aquesta és una relació transitiva: si A-B-C és una cadena de corrons en sèrie i A es mou en el sentit de les agulles del rellotge, llavors B es mou en sentit contrari a les agulles del rellotge i C, una altra vegada en el sentit de les agulles del rellotge. Aquesta comprensió de la transitivitat permet als estudiants aplicar l'explicació a tots els components d'una seqüència de corrons, potser col·locant fletxes que apuntin a un sentit diferent del passar d'una a una altra roda. Aquest tipus de comprensió és de naturalesa analògica.

Les capacitats dels estudiants per contestar a les preguntes d'aquesta unitat es basen en part en la comprensió dels sistemes mecànics i en el raonament espacial. Per aquesta raó no es va incloure aquesta unitat en la prova final sinó que es va reservar com unitat d'exemple.

Exemple 5.2

Alguns acoblaments de corrons no giraran en girar el corró motor. Explica per què no girarà la sèrie de corrons següent.

**Críteris de puntuació i comentaris**

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que indiquen que si el corró motor gira en el sentit de les agulles del rellotge, el corró A girarà en sentit contrari de les agulles, el B en el sentit de les agulles, el C en el sentit contrari i el D en el sentit de les agulles del rellotge. El corró D obligarà el corró motor a girar en el sentit contrari però com ja gira en el sentit del rellotge, aleshores no és possible el moviment del conjunt.

O

Una explicació semblant (comprovi que les marques que els estudiants facin en els seus dibuixos concordin amb les explicacions escrites):

- Perquè, cada corró serà mogut en un sentit per un corró amb el qual està en contacte i en el sentit contrari per un altre corró en contacte.
- Perquè el corró motor i un corró amb el qual està en contacte giraran en el mateix sentit.
- El moviment dels corrons estarà en conflicte, p. ex., B i C voldran moure's en el mateix sentit.

Perquè el corró motor està frenat per la força del corró A que gira en el sentit contrari al del corró motor.

- El corró A mou el corró B en el sentit contrari al del corró C, i per tant no girarà.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes, per exemple:

- Perquè estan units, i no en línia recta.
- Perquè no estan enganxats els uns als altres.
- Tots es mouen en sentits contraris.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Tipus de problema: *Anàlisi i disseny de sistemes*

Situació: *Vida personal/Treball i oci*

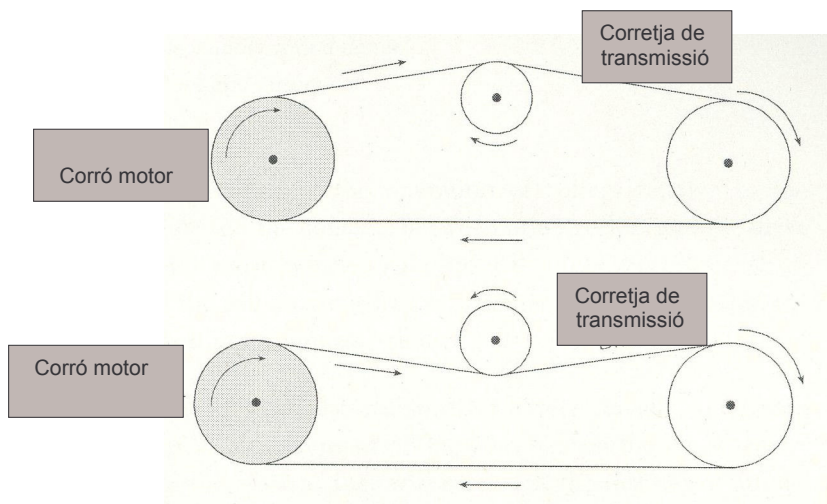
Com a l'exemple 5.1, aquesta pregunta requereix que els estudiants compreguin les relacions que es donen en una sèrie de corròns i que siguin capaços de traslladar aquesta comprensió a molts successius conjunts de corròns.

Aquí els estudiants han de posar a prova la regla derivada en relació a la rotació alterna dels corròns en sèrie. Es tracta d'una activitat d'anàlisi de sistemes. Aquesta pregunta exigeix a l'alumnat que comprovi la compatibilitat de casos específics, en un context de problema determinat, pel que fa a la regla derivada en relació amb el comportament de rotació en un sistema disposat en l'espai.

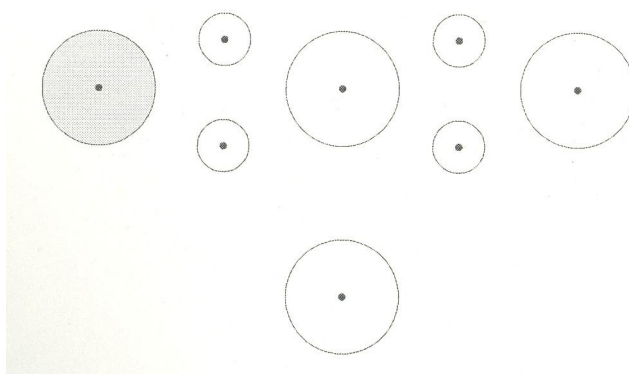
El raonament d'aquesta pregunta resulta innovador per a molts estudiants. Pocs d'ells tenen experiència en enfrontar-se a una situació definida en l'espai i en buscar proves que no es produeixi un resultat determinat. Analitzar un sistema per trobar el que no es produeix és una cosa que difereix de la majoria d'exercicis escolars similars. Les «explicacions» de molts estudiants van consistir únicament en les fletxes que indicaven que es produïa un conflicte en el sentit rotacional a mesura que s'avançava pel sistema.

Exemple 5.3

Un altre sistema perquè els corròns girin és mitjançant una corretja de transmissió que connecti el corró motor amb els altres. A continuació es presenten dos exemples:



Dibuixa una corretja de transmissió al voltant del següent conjunt de corrons de tal manera que tots els corrons més grans girin en el sentit de les agulles del rellotge, i tots els corrons petits girin en el sentit contrari. La corretja no ha de passar sobre si mateixa.

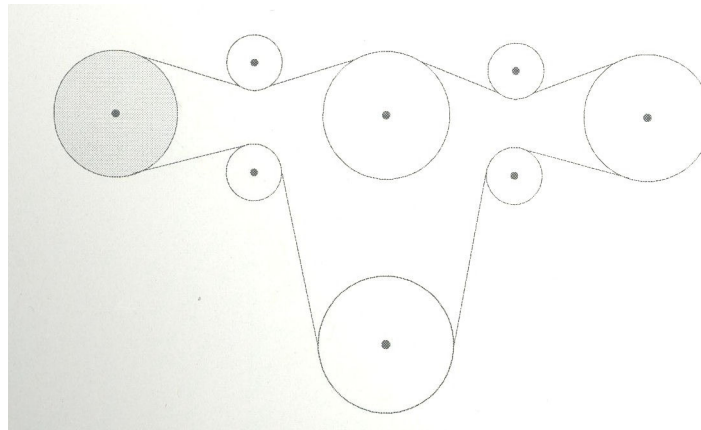


Criteris de puntuació i comentaris

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que segueixen el següent exemple.

Nota: Cal puntuar amb el Codi 1 encara que al dibuix la corretja no toqui els corrons.



Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: *Pregunta de resposta oberta*

Tipus de problema: *Anàlisi i disseny de sistemes*

Situació: *Vida personal/Treball i oci*

Aquesta pregunta implica comprendre el gir dels corrons en relació amb el corró motor i el contacte entre els corrons i la corretja de transmissió. En aquest cas, els estudiants han de deduir una regla sobre el funcionament de la corretja de transmissió i la rotació dels corrons segons es trobin en el mateix costat de la corretja o en costats oposats.

Una vegada que els estudiants han establert la relació, han de verificar-la i elaborar un disseny (en aquest cas la ubicació de la cinta de transmissió en el joc de corrons que se'ls ha donat), i a continuació "construir el sistema" que produirà l'efecte rotatori desitjat. Una vegada els estudiants hagin elaborat el disseny, hauran de comprovar-ho de nou per a assegurar-se que produeix la rotació desitjada en els diferents corrons.

Aquest problema té més d'una solució correcta. No obstant, entre les respostes dels estudiants pràcticament no es van trobar dissenys asimètrics.

Unitat 6

VENDA DE LLIBRES

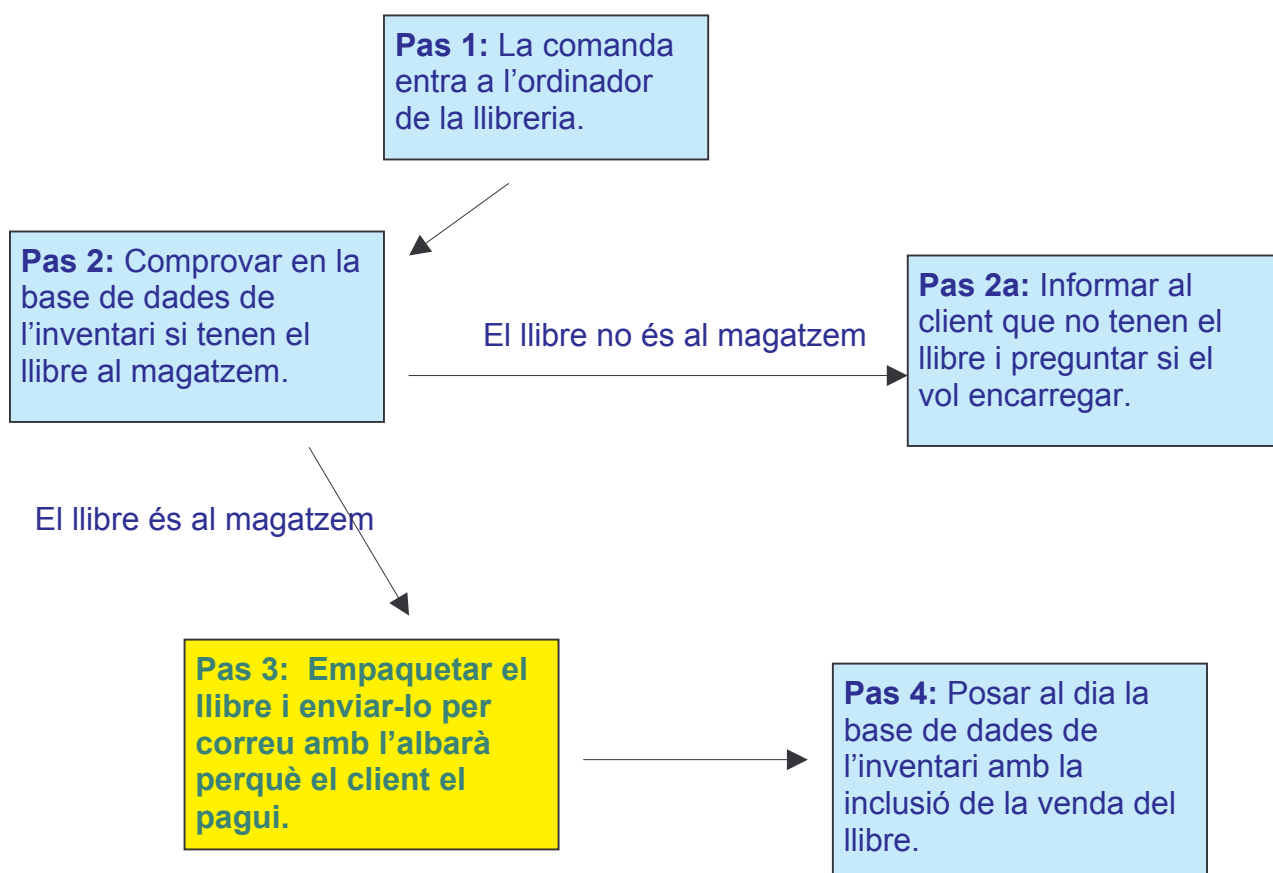
La Unitat 6 planteja als estudiants una situació referent al sistema de vendes a través d'Internet d'una llibreria. El problema consisteix a analitzar el sistema de comanda de llibres, solucionar les disfuncions dels problemes que puguin aparèixer amb la direcció postal del client i modificar el programa de comanda mitjançant l'addició d'un subprocés que verifiqui la targeta de crèdit del client i hi carregui el preu de la seva compra.

La unitat comença amb la presentació d'un organigrama que mostra els passos del processament de la venda d'un llibre a través d'Internet.

VENDA DE LLIBRES

La llibreria EDILIBRO ven llibres a través d'Internet. L'organigrama següent mostra els passos per respondre a la comanda d'un llibre:

Figura A: Passos per respondre a la comanda d'un llibre



Exemple 6.1

Un llibre enviat a un client va ser tornat perquè l'adreça no era correcta. En quin pas o passos del procés s'ha pogut cometre aquest error?

Pas	Podria haver-se comès l'error en aquest pas?
1	Sí / No
2	Sí / No
2a	Sí / No
3	Sí / No
4	Sí / No

Críteris de puntuació i comentaris

Màxima puntuació

Codi 1: Respostes que especifiquen: Sí, No, No, Sí, No, en aquest ordre.

Cap puntuació

Codi 0: Qualsevol altra combinació de respostes.

Tipus de pregunta: *Elecció múltiple complexa*

Tipus de problema: *Tractament de disfuncions*

Situació: *Treball i oci*

Per donar una resposta correcta a l'Exemple 6.1, l'alumnat ha de comprendre la relació entre els diferents passos del procediment i les instruccions associades amb cadascun. Entendre un organigrama resulta crucial per l'anàlisi i la depuració de molts procediments empresarials de caràcter seqüencial, en què l'ordre temporal de les decisions preses és de gran importància per l'èxit d'un procediment com aquest.

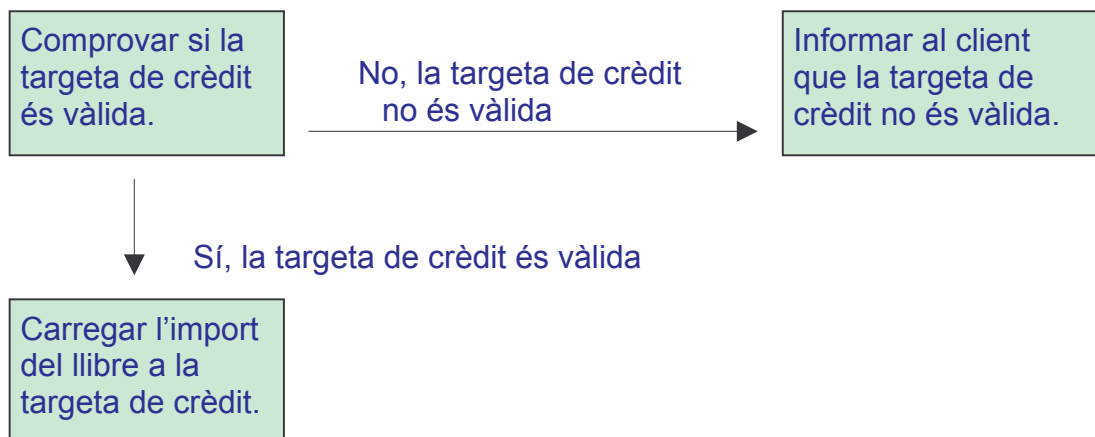
Una vegada els estudiants han analitzat el procediment han de formular un diagnòstic del problema que apareix en l'enunciat. En aquest cas, el procés comporta realitzar una sèrie de comprovacions que impliquen un raonament condicional del tipus: "Si aquí apareix aquest tipus d'error, com afecta llavors la tramesa del paquet o carta en els següents passos del sistema?" Per dur a terme correctament els passos de la correcció de les disfuncions, l'estudiant ha de ser capaç de raonar en situacions que continguin informació tant verbal com gràfica.

Exemple 6.2

La llibreria EDILIBRO té dificultats per cobrar els llibres que han comprat alguns clients. En conseqüència, la llibreria vol exigir als clients que donin el número de la seva targeta de crèdit quan facin alguna comanda de llibres.

Per a això, la llibreria desitja afegir els següents passos al procés de la Figura A.

En la Figura A, on introduiries aquests passos destinats a comprovar i processar la informació de la targeta de crèdit?



- A. Entre els passos 1 i 2.
- B. Entre els passos 2 i 3.
- C. Entre els passos 2 i 2a
- D. Entre els passos 3 i 4.
- E. Després del pas 4.

Criteris de puntuació i comentaris

Màxima puntuació

Codi 1: Resposta B. Entre els passos 2 i 3.

Nota: El càrrec no cal realitzar-lo fins que la llibreria sàpiga que pot subministrar el producte al client.

Cap puntuació

Codi 0: Altres respostes.

Tipus de pregunta: Elecció múltiple

Tipus de problema: Tractament de disfuncions

Situació: Treball i oci

Igual com en l'Exemple 6.1, en aquesta pregunta els estudiants han de raonar a partir d'informació verbal i gràfica per entendre els aspectes seqüencials del procediment. Però, a més, han de dissenyar un sistema identificant, mitjançant una anàlisi acurada de la lògica utilitzada, on es pot afegir un subprocés que comprovi la targeta de crèdit del client i hi transfereixi el càrrec com part del procediment de la comanda. La ubicació correcta del

subprocés (és a dir, entre els passos 2 i 3) exigeix adonar-se que no cal carregar l'import al client a menys que hi hagi existències del llibre.

Molts estudiants van triar l'opció A (entre els passos 1 i 2), que pot correspondre's amb la pràctica d'algunes editorials. Per aquesta raó, i pel fet que l'experiència en realitzar comandes via Internet varia considerablement entre els estudiants, no es va incloure aquesta unitat en la prova final de l'estudi principal sinó que es va reservar com a unitat d'exemple.

BIBLIOGRAFIA

- Baxter, G.P. i R. Glaser (1997), *An Approach to Analysing the Cognitive Complexity of Science Performance Assessments* (Technical Report 452), National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST), Los Angeles, Ca, EUA.
- Binkley, M.R. i R. Sternberg, S. Jones, D. Nohara (1999), *An Overarching Framework for Understanding and Assessing Life Skills*, Unpublished International Life Skills Survey (ILSS) Frameworks, (inèdit), National Center for Education Statistics, Washington, D.C., EUA.
- Bloom, B.S., J.T. Hasting i G.F. Madaus (1971), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, McGraw-Hill, Nova York, N.Y. EUA.
- Blum, W (1996), "Anwendungsorientierter Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven", en G. Kadunz et. al. (eds.), *Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, vol. 23, Hoelder-Pichler-Tempsky, Viena, Àustria, pp. 15-38.
- Boshuizen, H.P.A., C.P.M. van Der Vleuten, H.G. Schmidt i M. Machiels-Bongaerts (1997), "Measuring Knowledge and Clinical Reasoning Skills in a Problem-based Curriculum", *Medical Education*, 31, Department of Educational Research and Development University of Limburg, Limburg, Països Baixos, pp. 115-121.
- Bransford, J.D., A.L. Brown i R.R. Cocking (eds.) (1999), *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, National Academy Press, Washington, D.C., EUA.
- Bybee, R.W. (1997), "Towards an Understanding of Scientific Literacy", en W. Grabe i C. Bolte (eds.), *Scientific Literacy -- An International Symposium*, IPN, Kiel, Alemanya.
- Charles, R., F. Lester i P. O'Daffer (1987), *How to Evaluate Progress in Problem Solving*, National Council of Teachers of Mathematics, Reston, Va, EUA.
- College Board (2000), consultar documents en la Web: <http://www.collegeboard.com/about/association/pace/pacemath.html>
- Collis, K.F., T.A. Romberg i M.I. Jurdak (1986), "A Technique for Assessing Mathematical Problem Solving Ability", *Journal for Research in Mathematics Education*, 17(3), pp. 206-221.
- Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools (1982), *Mathematics Counts* (the Cockcroft report), Her Majesty's Stationery Office, Londres, Regne Unit.

- Consell Europeu (2001), *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, Regne Unit.
- de Corte, I., B. Greer i L. Verschaffel (1996) "Mathematics Teaching and Learning", en D. C Berliner i R. C. Calfee (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, Macmillan, Nova York, N. Y., EE. UU., pp. 491-549.
- Csapó, B. (1997), "The Development of Inductive Reasoning: Cross-sectional Assessments in an Educational Context", *International Journal of Behavioral Development*, 20(4), pp. 609-626.
- Devlin, K. (1994, 1997), *Mathematics, the Science of Patterns*, Scientific American Library, Nova York, N.Y., EUA
- 1
- Dossey, J.A., I.V.S. Mullis and C.Q. Jones (1993), *Can Our Students Problem Solve?*, National Center for Educational Statistics, Washington, D. C, EUA.
- Einstein, A. (1933), "Preface to M. Plank", *Where is Science Going?*, Allen and Unwin, Londres, Regne Unit.
- Frensch, P. i J. Funke (1995), "Definitions, Traditions, and a General Framework for Understanding Complex Problem Solving", en P. Frensch i J. Funke (eds.), *Complex Problem Solving: The European Perspective*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N J, EUA, pp. 3-25.
- Freudenthal, H. (1973), *Mathematics as an Educational Task*, D. Reidel, Dordrecht, Països Baixos.
- Freudenthal, H. (1983), *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*, D. Reidel, Dordrecht, Països Baixos.
- Gee, J. (1998), *Preamble to a Literacy Program*, Department of Curriculum and Instruction, Madison, WI, EUA.
- Graeber, W. i C. Bolte (eds.) (1997), *Scientific Literacy -- An International Symposium*, IPN, Kiel, Alemanya.
- Grünbaum, B. (1985), "Geometry Strikes Again", *Mathematics Magazine*, 58 (1), pp. 12-18.
- Hawking, S.W. (1988), *A Brief History of Time*, Bantam Press, Londres, Regne Unit.
- Hiebert, J., T.P. Carpenter, I. Fennema, L. Fuson, P. Human, H. Murray, A. Olivier i D. Wearne (1996), "Problem Solving as a Basis for Reform in Curriculum and Instruction: The case of Mathematics", *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(4), pp. 12-21.

- International Labour Office (ILO) (1998), *World Employment Report 1998-1999: Employability in the Global Economy – How Training Matters*, ILO, Ginebra, Suïssa.
- Kirsch, I.S. i P.B. Mosenthal (1989-1991), "Understanding Documents. A Monthly Column", *Journal of Reading*, International Reading Association, Newark, DE, EUA.
- Klieme, I. (1989), *Mathematisches Problemlösen als Testleistung*, Lang, Frankfurt/Main, Alemanya.
- Klieme, I. (2000), *Assessment of Cros-disciplinary Problem Solving Competencies*, obra inèdita per a Network A, OCDE-PISA/OCDE, París, França.
- Klieme, I., J. Ebach, H.J. Didi, A. Hensgen, K. Heilmann i H.K. Meisters (en premsa), *Problemlösetest für Sechste und Siebente Klassen*, Hogrefe, Goettingen, Alemanya.
- De Lange, J. i H. Verhage (1992), *Data Visualization*, Sunburst, Pleasantville, N.Y., EUA.
- De Lange, J. (1987), *Mathematics, Insight and Meaning*, OW and OC, Utrecht University, Utrecht, Països Baixos.
- De Lange, J. (1995), "Assessment: No Change Without Problems", en T.A. Romberg (ed.), *Reform in School Mathematics and Authentic Assessment*, Suny Press, Albany, N. Y., EUA.
- Langer, J. (1995), *Envisioning Literature*, International Reading Association, Newark, DE, EUA.
- Laugksch, R. C (2000), "Scientific Literacy: A Conceptual Overview", *Science Education*, 84 (1), pp. 71 –94.
- LOGSE (1990), Llei d'Ordenació General del Sistema Educatiu, Madrid, Espanya.
- Masters, G., R. Adams i M. Wilson (1999), "Charting Student Progress", en G. Masters i J. Keeves (eds.), *Advances in Measurement in Educational Research Assessment*, Elsevier Science, Amsterdam, Països Baixos.
- Masters G., i M. Forster (1996), *Progress Maps*, Australian Council for Educational Research, Melbourne, Austràlia.
- Mathematical Association of America (MAA) (1923), *The Reorganization of Mathematics in Secondary Education; a Report of the National Committee on Mathematical Requirements*, The Mathematical Association of America, inc, Oberlin, OH, EUA.

- Mathematical Sciences Education Board (MSEB) (1990), *Reshaping School Mathematics: A Philosophy and Framework of Currículum*, National Academy Press, Washington, D. C., EUA.
- Mayer, R.E. (1985), "An Information-processing Analysis of Mathematical Ability", en R.J. Sternberg (ed.), *Human Abilities – An Information-processing Approach*, Freeman, Nova York, N.Y., EUA.
- Mayer, R.E. (1992), *Thinking, Problem Solving, Cognition* (2^a Ed.), Freeman, Nova York, Nova York, EE. UU.
- Mayer, R.E. i M.C. Wittrock (1996), "Problem Solving Trànser", en D. C. Berliner i R. C. Clafee (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, Macmillan, Nova York, Nova York, EUA, pp. 45-61.
- McCurry, D. (2002), *Notes towards an Overarching Model of Cognitive Abilities*, (inèdit), Australian Council for Educational Research, Melbourne, Austràlia.
- Millar, R. i J. Osborne (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London School of Education, Londres, Regne Unit.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston, VA, EUA.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000), *Principles and Standards for Mathematics*, NCTM, Reston, VA, EUA.
- Neubrand, M., R. Biehler, W. Blum, E. Cohors-Fresenborg, L. Flade, N. Knoche, D. Lind, W. Löding, G. Möller i A. Wynands (grup d'experts de matemàtiques del projecte PISA/OCDE) (2001), "Grundlagen der Ergänzung des Internationalen OECD/PISA-Mathematik-Tests in der Deutschen Zusatzerhebung", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 33(2), pp. 33 - 45.
- Niss, M (1999), "Kompetencer og Uddannelsesbeskrivelse", (Competencies and Subject Description), *Uddanneise*, 9, pp. 21-29.
- OECD (1999), *Measuring Student Knowledge and Skills – A New Framework for Assessment*, OECD, París, França.
- OECD (2000), *Measuring Student Knowledge and Skills – The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical, and Scientific Literacy*, OECD, París, França.
- OECD (2001a), *Knowledge and Skills for Life – First Results from PISA 2000*, OECD, París, França.
- OECD (2001b), *The New Economy – Beyond the Hype: The OECD Growth Project*, OECD, París, França.

- OECD (2002a), *Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment: Reading, Mathematical, and Scientific Literacy*, OECD, París, França.
- OECD (2002b), *Reading for Change – Performance and Engagement across Countries*, OECD, París, França.
- O'Neil, H. (1999), *A Theoretical Basis for Assessment of Problem Solving*, (obra inèdita presentada a l'encontre anual de l'American Education Research Association), University of Southern California, Montreal, Canadà.
- Polya, G. (1945), *How to Solve It*, Princeton University Press, Princeton, N J, EUA.
- Problem Solving Expert Group (PEG) (Grup d'experts en resolució de problemes) (2001), *Problem Solving and OECD/PISA 2003*, inèdit, PISA/OCDE, París, França.
- Robitaille, D. i R. Garden (eds.) (1996), *Research Questions and Study Design*, Pacific Educational Press, Vancouver, Canadà.
- Romberg, T. (1994), "Classroom Instruction that Fosters Mathematical Thinking and Problem Solving: Connections between Theory and Practice", en A. Schoenfeld (ed.), *Mathematical Thinking and Problem Solving*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N J, EUA., pp. 287-304.
- Ryjchen, D. and L.H. Salganik (2000), *Definition and Selection of Key Competencies* (DeSeCo), OECD, París, França.
- 3
- Schoenfeld, A.H. (1992), "Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sensemaking in Mathematics", en D. A. Grouws (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Macmillan, Nova York, N Y, EUA., pp. 334-370.
- Schupp, H. (1988), "Anwendungsorientierter Mathematikunterricht en Sekundarstufe I Zwischen Tradition und Neuen Impulsen", (Lliçons de matemàtiques orientades a l'aplicació en el primer cicle de la secundària entre la tradició i els nous impulsos) *Der Mathematikunterricht*, 34(6), pp. 5-16.
- Seeger, M.S.R. (1997), "An Alternative for Assessing Problem Solving Skills: The Overall Test", *Studies in Educational Evaluation*, 23(4), pp. 373-398.
- Shamos, M.H. (1995), *The Myth of Scientific Literacy*, Rutgers University Press, New Brunswick, N J, EUA.
- Steen, L.A. (1990), *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*, National Academy Press, Washington, D C, EUA.
- Stern, D. (1999), "Improving Pathways in the United States from High School to College and Career", *Preparing Youth for the 21st Century – The Transition from Education to the Labour Market*, OECD, París, França.

- Sticht, T.G. (eds.) (1975), *Reading for Working: A Functional Literacy Anthology*, Human Resources Research Organization, Alexandria, VA, EUA.
- Stiggins, R.J. (1982), "An Analysis of the Dimensions of Job-related Reading", *Reading World*, 82, pp. 237-247.
- Swaak, J. and T. de Jong (1996), "Measuring Intuitive Knowledge in Science: The Development of the What-if Test", *Studies in Educational Evaluation*, 22(4), pp. 341-362.
- Trier, U. and J. Peschar (1995), "Cros-Curricular Competencies: Rational and Strategy for Developing a New Indicator", *Measuring What Students Learn*, OECD, París, França, pp. 99-109.
- UNESCO (1993), *International Fòrum on Scientific and Technological Literacy for All*, Final Report, UNESCO, París, França.
- U.S. Department of Labor (1991), *The Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills (SCANS): What Work Requires of Schools*, U.S. Department of Labor, Washington, D C, EUA.
- Vosniadou, S. and A. Ortony (1989), *Similarity and Analogical Reasoning*, Cambridge University Press, Nova York, N Y, EUA.
- Ziman, J. M. (1980), *Teaching and Learning about Science and Society*, Cambridge University Press, Cambridge, Regne Unit.

GRUPS D'EXPERTS DEL PROJECTE PISA 2003

Grup d'experts en matemàtiques

Jan de Lange, president
Universitat d'Utrecht
Utrecht, Països Baixos

Werner Blum, vicepresident
Universitat de Kassel
Kassel, Alemanya

Mary Lindquist, vicepresidenta
Columbus, GA, EUA

Vladimír Burjan
EXAM
Eslovàquia

Sean Close
St Patricks College
Dublín, Irlanda

John Dossey
Illinois State University
Eureka, IL, EUA

Zbigniew Marciniak
Universitat de Varsòvia
Varsòvia, Polònia

Mogens Niss
IMFUFA, Universitat de Roskilde
Roskilde, Dinamarca

Kyungmee Park
Universitat de Hongik
Seül, Corea del Sud

Luis Rico
Universitat de Granada
Granada, Espanya

Yoshinori Shimizu
Universitat Gakugei de Tòquio
Tòquio, Japó

Grup d'experts en comprensió lectora

Irwin Kirsch, president
Educational Testing Service
Princeton, N J, EUA

Marilyn Binkley
National Center for Education Statistics
Washington, D C, EUA

Alan Davies
University of Edinburgh
Escòcia, Regne Unit

Stan Jones
Statistics Canada
Nova Escòcia, Canadà

John H A L de Jong
Language Testing Services
Velp, Països Baixos

Dominique Lafontaine
Université de Liège
Lieja, Bèlgica

Pirjo Linnakylä
Universitat de Jyväskylä
Jyväskylä, Finlàndia

Martine Rémond
Institut National de Recherche Pédagogique
París, França

Grup d'experts en ciències

Wynne Harlen, president
Berwickshire, Regne Unit

Peter Fensham
Monash University
Melbourne, Austràlia

Raul Gagliardi
Ginebra, Suïssa

Svein Lie
Universitat d'Oslo
Oslo, Noruega

Manfred Prenzel
Universitat de Kiel
Kiel, Alemanya

Senta A. Raizen
National Center for Improving Science Education
Washington, D C, EUA

Donghee Shin
Universitat de Dankook
Seül, Corea del Sud

Elizabeth Stage
University of Califòrnia
Oakland, CA, EUA

Grup d'experts en resolució de problemes

John Dossey, director
Eureka, IL, EUA

Beno Csapo
Universitat de Szeged
Szeged, Hongria

Wynne Harlen
Berwickshire, Regne Unit

Ton de Jong
Universitat de Twente
Twente, Països Baixos

Irwin Kirsch
Educational Testing Service
Princeton, N J, Estats Units

Eckhard Klieme
German Institute for International Educational Research
Frankfurt/Main, Alemanya

Jan de Lange
Universitat d'Utrecht
Utrecht, Països Baixos

Stella Vosniadou
Universitat d'Atenes
Atenes, Grècia