

Ajudar l'alumnat amb discapacitats a entendre el significat de les matemàtiques*

S. P. Miller i P. J. Hudson

En Joey és un alumne nou a la classe de segon curs de la Sra. Abernathy. Segons el Pla Educatiu Individual (IEP, de les sigles en anglès) d'en Joey, un dels objectius de la seva instrucció és que arribi a dominar operacions elementals de suma i resta. La Sra. Abernathy va decidir avaluar l'actuació d'en Joey en aquestes habilitats per tal de planificar un ensenyament apropiat per a ell.

La primera part de l'avaluació consistia en una prova escrita amb 10 sumes (de 0 a 9) i 10 restes (de 0 a 9). En Joey va treure un 70 sobre 100. Va resoldre correctament totes les sumes i quatre de les restes.

En la segona part de la prova, en Joey va utilitzar cubs de plàstic per representar i resoldre cinc problemes elementals de suma i cinc de resta. En Joey va representar correctament els problemes de suma; va comptar els cubs que necessitava per representar la primera xifra, va comptar els que necessitava per representar la segona, i va comptar tots els cubs per trobar la solució. Tanmateix, quan va arribar l'hora de fer les restes, en Joey va fer tots cinc problemes malament. En comptes de comptar els cubs per representar la primera xifra (és a dir, la xifra total) i treure'n els cubs que representaven la segona xifra, en Joey va utilitzar el mateix procés per a les restes que per a les sumes. La senyora Abernathy es va adonar que en Joey necessitava més instrucció per millorar la comprensió conceptual de la resta.

Molts estudiants amb discapacitats continuen lluitant per entendre el significat de les matemàtiques. De la mateixa manera que en Joey, memoritzen operacions elementals o procediments matemàtics pas per pas sense entendre els conceptes subjacents dels problemes. Per tant, és molt important que es dissenyi un ensenyament per ajudar l'alumnat a entendre les matemàtiques que aprenen a l'escola (vegeu el quadre «Per què necessita l'alumnat una comprensió conceptual de les matemàtiques?»).

Aquest article es dividirà en cinc pautes empíriques per implementar un ensenyament de les matemàtiques

dissenyat per millorar la comprensió conceptual (vegeu el quadre «Pautes per implementar un ensenyament de les matemàtiques dissenyat per millorar la comprensió conceptual»). Seguir aquestes pautes pot facilitar l'adquisició, retenció i generalització de diversos objectius matemàtics i, en darrera instància, millorar les habilitats de l'alumnat per observar i entendre les relacions i connexions entre conceptes matemàtics importants.

Pauta 1. Utilitzeu diversos modes de representació

L'ensenyament de les matemàtiques que intenta millorar la comprensió conceptual necessita incloure un ventall de modes de representació. Els educadors haurien de representar els conceptes de diverses maneres i assegurar-se que el concepte s'entengui totalment i es generalitzi (CATHCART, POTHIER, VANCE i BEZUK, 2000; NCTM, 2000; TUCKER, SINGLETON i WEAVER, 2002).

El procés d'ensenyament concret, representatiu i abstracte és un mètode efectiu per millorar la comprensió conceptual de les matemàtiques mitjançant l'ús de diversos modes de representació (BUTLER, MILLER, CREHAN, BABBIT i PIERCE, 2003; GAGNON i MACCINI, 2001; HARRIS, MILLER i MERCER, 1995; MERCER i MILLER, 1991-1994). La figura 1 és un diagrama dels nivells concret, representatiu i abstracte. El professor o professora comença l'ensenyament a nivell concret. Ha d'explicar conceptes matemàtics específics mitjançant l'escenificació del concepte per part de l'alumnat o mitjançant objectes tridimensionals. L'escenificació implica que l'alumnat representi el concepte, és a dir, que experimenti físicament, a través de moviments en l'espai, els problemes matemàtics i els conceptes relacionats. És una manera impactant que pot ajudar l'alumnat a entendre la situació d'un problema i implicar-se activament en l'experimentació del concepte (BLEY i THORNTON, 1995; CATHCART et al., 2000). Per exem-

* «Helping Students With Disabilities Understand What Mathematics Means». *Teaching Exceptional Children*, vol. 39, núm. 1 (setembre octubre 2006), p. 28-35. [Traducció de Berta Vilageliu].


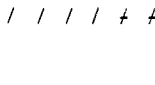
Concret	Representatiu	Abstracte
$\begin{array}{r} 3 \\ -2 \\ \hline 1 \end{array}$ 	$\begin{array}{r} 6 \\ -2 \\ \hline 4 \end{array}$ 	$\begin{array}{r} 5 \\ -4 \\ \hline 1 \end{array}$

Figura 1. Nivells concret, representatiu i abstracte.

ple, en un estudi sobre l'ensenyament del concepte *perímetre* a estudiants de secundària amb discapacitats d'aprenentatge, el professor va utilitzar l'escenificació (és a dir, els estudiants caminaven per l'aula arrambats a les parets) per explicar i reforçar el concepte. Aquesta explicació en concret va ensenyar a l'alumnat que el perímetre és la distància entre els límits d'una aula (CASS, CATES, SMITH i JACKSON, 2003). Observar i participar en escenificacions relacionades amb les matemàtiques motiva l'alumnat i l'ajuda a visualitzar conceptes importants. Les accions físiques ajuden a aclarir les relacions entre els components dels problemes.

Desenvolupar la comprensió conceptual
és un dels objectius principals de l'ensenyament
de les matemàtiques

Després que l'alumnat hagi escenificat el problema matemàtic, el professor o professora i l'alumnat poden uti-

litzar materials manipulables per explicar i presentar el concepte. En l'exemple anterior, després que l'alumnat escenifiqués el concepte *perímetre* recorrent la classe, va utilitzar geoplans per trobar el perímetre de diverses figures.

Els cubs Unifix (cubs de plàstic que es poden unir) o els blocs de base 10 poden servir per representar problemes i el seu significat durant l'ensenyament conceptual centrat en operacions bàsiques de suma, resta, multiplicació i divisió. La figura 2 mostra com els cubs Unifix poden representar tota una varietat de conceptes operacionals.

Quan l'alumnat arriba a dominar un concepte a nivell concret, el professorat pot passar a un ensenyament a nivell representatiu. A aquest nivell, l'ensenyament implica l'ús d'imatges en dues dimensions, dibuixos o ratlles per explicar el mateix concepte matemàtic que l'alumnat ha començat a aprendre mitjançant materials manipulables. El professor o professora pot crear els dibuixos o utilitzar materials didàctics que ja n'incorporin. A més, tal com veiem a la figura 3, l'alumnat aprèn a


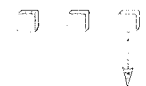


$\begin{array}{r} 3 \\ +2 \\ \hline \end{array}$ 	$\begin{array}{r} 4 \\ -2 \\ \hline \end{array}$ 
$\begin{array}{r} 2 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$ 	$10 \div 5 = \underline{\quad}$ 

Figura 2. Utilitzar cubs Unifix per a l'ensenyament a nivell concret.


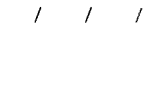
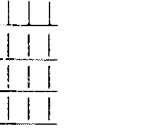

$\begin{array}{r} 3 \\ +2 \\ \hline \end{array}$ 	$\begin{array}{r} 5 \\ -2 \\ \hline \end{array}$ 
$\begin{array}{r} 4 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$ 	$8 \div 4 = \underline{\quad}$ 

Figura 3. Utilitzar dibuixos o ratlles per a l'ensenyament a nivell representatiu.

Per què necessita l'alumnat una comprensió conceptual de les matemàtiques?

Desenvolupar la comprensió conceptual és un dels objectius principals de l'ensenyament de les matemàtiques. Segons el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000, p. 4), la «necessitat d'entendre i ser capaços d'utilitzar les matemàtiques en la vida diària i a la feina no ha estat mai tan gran i continuarà creixent». L'alumnat amb coneixement conceptual entén el significat profund dels símbols i les operacions matemàtiques abstractes. Conseqüentment, té moltes més probabilitats d'acomplir les demandes matemàtiques amb què s'enfrontarà durant els anys escolars. Aquestes demandes inclouen passar de curs i aprovar els exàmens de competència mínima exigits per graduar-se a secundària. Els estudiants amb coneixement conceptual també tenen més probabilitats de sortir-se'n quan utilitzin les matemàtiques en entorns més enllà de l'educació secundària, com ara llocs de treball, institucions d'educació superior i diversos entorns de la vida independent.

Els educadors de matemàtiques estan d'acord que tots els alumnes, incloent-hi aquells que tenen discapacitats, es beneficien d'una comprensió conceptual plena i de les subseqüents habilitats per aplicar els conceptes matemàtics de manera flexible davant la resolució de problemes complexos (BUTLER, BECKINGHAM i LAUSCHER, 2005). Per tant, és molt important un ensenyament elaborat amb cura que emfasitzi la comprensió conceptual.

dibuixar els seus propis dibuixos o ratlles per representar i solucionar problemes.

Un cop l'alumnat arriba a dominar un concepte a nivells concret i representatiu, el professor o professora pot abandonar gradualment els materials manipulables i les representacions il·lustrades, per tal que l'alumnat aprengui a resoldre el problema a nivell abstracte, és a dir, tan sols amb la utilització de xifres. Durant la instrucció a nivell abstracte, el professor o professora espera que l'alumnat memoritzi procediments i operacions amb fluïdesa per resoldre problemes de manera eficient.

El procés d'ensenyament concret, representatiu i abstracte assegura que els educadors integrin diversos modes de representació en l'ensenyament de les matemàtiques per il·lustrar conceptes importants. Sigui quin sigui el mode de representació que esculli el professorat per a una classe en concret (models manipulables, dibuixos o ratlles), també ha de mostrar els símbols numèrics per assegurar-se que l'alumnat relaciona les representacions conceptuals i abstractes. Per exemple, si un professor o professora fa servir cubs Unifix per explicar el concepte *resta*, l'alumnat hauria de veure, a més dels cubs, la representació numèrica del problema (p. ex. $8 - 3 = \underline{\quad}$). Per assegurar-nos que l'alumnat para atenció a les representacions numèriques a més de als models il·lustrats, l'alumnat hauria de llegir el problema en veu alta abans i després de construir el model concret o il·lustrat per representar i resoldre el problema.

Pauta 2. Considereu quines són les estructures apropiades per ensenyar conceptes específics

Un dels aspectes més importants a l'hora de planificar i implementar l'ensenyament de conceptes matemàtics

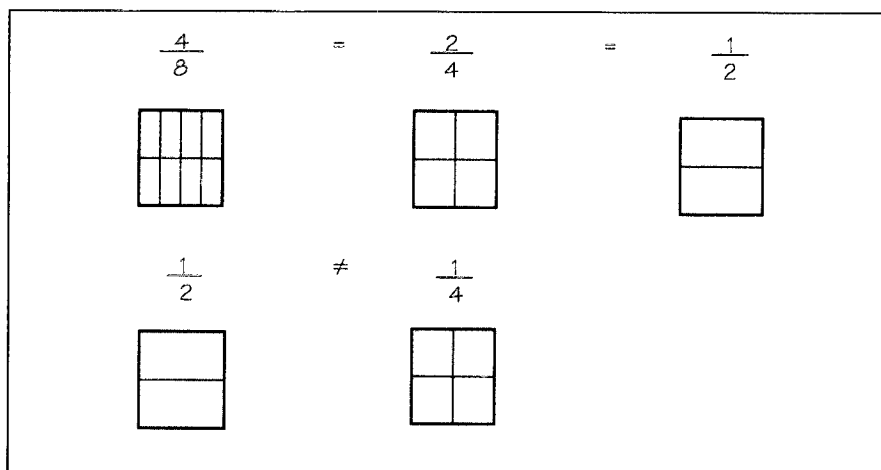


Figura 4. Estructura de classe basada en la comparació i el contrast.

és determinar l'estructura de la classe que utilitzarem per a un concepte específic. L'estructura de la classe és el marc o la manera com el professor o professora explicarà el concepte i com l'alumnat el practicarà per millorar la seva comprensió conceptual. Tot i que els educadors estan d'acord que utilitzar materials manipulables, dibuixos i diagrames per representar conceptes matemàtics és beneficiós (MILLER, BUTLER i LEE, 1998), el professorat també ha de considerar quina és la millor manera d'utilitzar aquests materials. Hi ha diversos conceptes que semblen prestar-se a estructures de classe conceptuals concretes; estructures com ara comparacions, contrastos, exemples o contraexemples, i processos pas per pas (HUDSON i MILLER, 2006).

Estructura de classe basada en la comparació i el contrast

L'estructura de classe basada en la comparació i el contrast és útil quan l'alumnat necessita reconèixer semblances i diferències mentre aprenen el concepte objectiu. Aquesta estructura de classe és especialment útil en l'ensenyament de la geometria, de xifres i operacions i en la mesura d'estàndards (KAMII i CLARK, 1997; NCTM, 2000). Per exemple, un professor o professora que està explicant el concepte pes pot col·locar-se un objecte a cada mà i comparar el pes de tots dos (p. ex. «mmm, què

pesa més?»). El professor o professora pot deixar que els alumnes agafin els objectes, que haurien de tenir un pes clarament diferent. Després de l'explicació, l'alumnat pot treballar en parelles i pesar els objectes, compararlos i identificar quin pesa més d'entre uns quants.

L'estructura de classe basada en la comparació i el contrast també és útil quan s'ensenyen conceptes de fracció com les fraccions equivalents (NCTM, 2000). Les barres de fraccions i els cercles de plàstic dividits en fraccions, així com les rectes numèriques, són materials concrets i il·lustrats que permeten a l'alumnat comparar fraccions i identificar-ne d'equivalents. En el nivell concret, l'alumnat pot amuntegar peces d'espuma de fraccions per observar la representació d'equivalència, com ara $4/8 = 2/4 = 1/2$, tal com mostra la figura 4. El professor o professora també pot utilitzar una recta numèrica fraccionada per explicar l'equivalència.

Estructura de classe basada en exemples i contraexemples

L'estructura de classe basada en exemples i contraexemples és una altra manera d'ensenyar un concepte. El professor o professora dóna diferents exemples del concepte, així com contraexemples, que permeten a l'alumnat discriminar-ne i identificar-ne les representacions (NCTM, 2000). Per exemple, si l'explicació se centra en el concepte

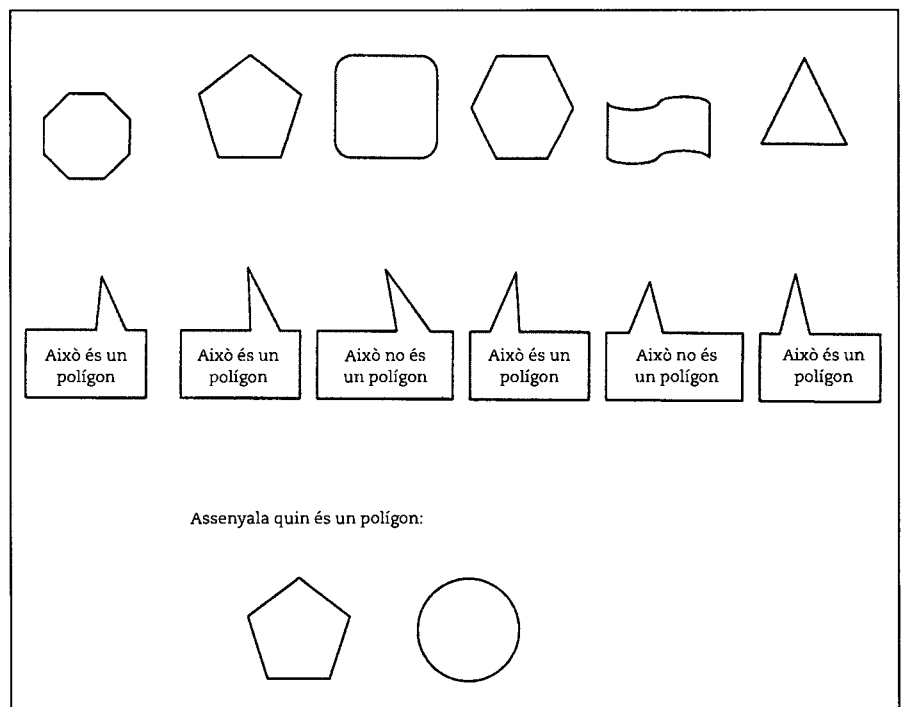




Figura 5. Estructura de classe basada en exemples i contraexemples.

1. Observa la primera xifra i compta quants plats fan falta per representar aquest grup. 

2. Observa la segona xifra i col·loca tants cubs com faci falta a cada plat. 

3. Compta tots els cubs per trobar el total i escriu el resultat. $3 \times 2 = 6$

Figura 6. Estructura de classe pas per pas.


Pautes per implementar un ensenyament de les matemàtiques dissenyat per millorar la comprensió conceptual

- Utilitzeu diversos modes de representació
 Considereu quines són les estructures apropiades per ensenyar conceptes específics
- Tingueu en compte el llenguatge de les matemàtiques
- Integreu aplicacions en el món real
- Proporcioneu un ensenyament explícit

polígon, el professor o professora comença per mostrar diversos exemples de polígons de diferents mides i formes, així com exemples de polígons en diferents posicions. El professor o professora explica les característiques d'un polígon i aleshores obté aquestes característiques de l'alumnat. Tal com es mostra a la figura 5, quan l'alumnat és prou capaç d'identificar les característiques del concepte en els exemples, el professor o professora comença a mostrar contraexemples, és a dir, formes que no són polígons.

Estructura de classe pas per pas

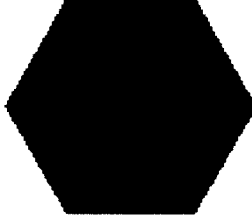
El professorat pot utilitzar una estructura de classe pas per pas per ensenyar diversos conceptes matemàtics. L'explicitat dels següents passos seqüencials concrets és especialment útil per a estudiants amb dèficits de memòria o de pensament organitzatiu.



Aquesta forma té _____ cares.

Totes les cares són _____.

Aquesta forma és un _____.



Aquesta forma té _____ cares.

Totes les cares són _____.

Aquesta forma és un _____.

Figura 7. Quadre de diàleg lingüístic.

Quan el professor o professora utilitza aquesta estructura per explicar el concepte multiplicació, diu, per exemple, que 3×2 significa tres grups de dos. El professor o professora pot fer servir plats de paper per representar els grups, i cubs per representar la quantitat d'objectes de cada grup (MERCER i MILLER, 1994). El primer pas per resoldre una equació com ara 3×2 és representar la primera xifra, o grup, amb tres plats de paper. El segon pas consisteix a representar els objectes de cada grup i col·locar dos cubs a cada plat de paper. El tercer, i darrer, pas és comptar el nombre total de cubs i escriure la solució de l'equació, tal com mostra la figura 6. El professor o professora també pot utilitzar l'estructura de classe pas per pas per explicar els conceptes *divisió*, *reagrupament*, *simplificació de fraccions* i *mesura*.

Sigui quina sigui l'estructura de classe que esculli el professorat, primer ha de donar una definició del concepte que ensenya i, tot seguit, debatre'n les característiques. Després d'aquesta introducció, cal utilitzar una de les estructures esmentades per desenvolupar una millor comprensió del concepte per part de l'alumnat.

Pauta 3. Tingueu en compte el llenguatge de les matemàtiques

El llenguatge que utilitza el professorat quan imparteix matemàtiques és molt important, especialment quan ensenya nous conceptes. A més, el llenguatge és una part important del procés de pensament que utilitza l'alumnat quan resol problemes matemàtics. El llenguatge de les matemàtiques és únic i, a vegades, és problemàtic per als estudiants. L'alumnat amb discapacitats del llenguatge o els aprenents d'anglès poden presentar dificultats concretes a l'hora d'interpretar el llenguatge de les matemàtiques, la qual cosa pot tenir com a conseqüència dificultats greus per adquirir, retenir i generalitzar conceptes importants (BIELENBERG i FILLMORE, 2004/2005; WILLIAMS, 2006).

Quan un professor o professora planifica una instrucció adreçada a l'ensenyament de conceptes matemàtics, hauria de tenir en compte el coneixement lèxic actual de l'alumnat i les seves habilitats lingüístiques (BLEY i THORNTON, 1995). Abans de començar a ensenyar el concepte en qüestió, pot ser que el professorat necessiti planificar activitats didàctiques relacionades amb el vocabulari matemàtic. A més, el professorat hauria de seleccionar termes que utilitzarà de manera freqüent durant les classes. Per exemple, algunes de les paraules que podríem triar són les següents:

- *Vegades o multiplicat per*
- *Reagrupar o reanomenar*
- *Menys, restar o treure*
- *Sumar, total o solució*
- *Lloc o columna*

El professorat ha d'anar amb compte i evitar un llenguatge que vagi més enllà del nivell de vocabulari o del desenvolupament cognitiu de l'alumnat (KAME'ENUI i SIMMONS, 1990). La complexitat de l'adquisició de conceptes requereix explicacions clares en un llenguatge que l'alumnat pugui entendre. Quan els estudiants entenen el llenguatge que utilitza el professor o professora poden centrar la seva atenció a entendre el concepte sense la interferència d'una terminologia desconeguda.

Un altre aspecte important pel que fa al llenguatge matemàtic fa referència a les habilitats de l'alumnat per comunicar la seva comprensió dels conceptes que els han ensenyat. Aquesta comunicació reforça les habilitats dels estudiants per enllaçar el nou aprenentatge amb els coneixements previs i, subseqüentment, construir una nova comprensió que podran aplicar en múltiples situacions. Bona part del professorat utilitza debats de classe per facilitar la comunicació sobre les matemàtiques. Donen a l'alumnat oportunitats per articular idees, exposar solucions i fer comentaris sobre les idees dels companys (BIELENBERG i FILLMORE, 2004/2005; CHAZAN i BALL, 1999).

El llenguatge és una part important del procés de pensament que l'alumnat utilitza quan ha de resoldre problemes matemàtics.

Per desgràcia, aquestes oportunitats per al discurs oral, a vegades, són complicades per a alumnes amb discapacitats d'aprenentatge i del llenguatge, els quals són reticents a participar en els debats de classe (BAXTER, WOODWARD i OLSON, 2001; BAXTER, WOODWARD, VOORHIES i WONG, 2002). Els diaris matemàtics permeten a aquests estudiants comunicar la seva comprensió dels conceptes a través del mitjà escrit, en comptes de l'oral (BAXTER, WOODWARD i OLSON, 2005). A més, els quadres de diàleg lingüístics poden proporcionar el suport que bona part de l'alumnat necessita per comunicar els seus pensaments (ALLSOPP, KYGER i LOVIN, 2006). El quadre de diàleg inclou certa informació, juntament amb espais en blanc on els estudiants anoten informació addicional relacionada amb el concepte que s'ha ensenyat. Aquests quadres de diàleg redueixen la demanda de llengua i permeten que l'alumnat centri l'atenció en el concepte; la figura 7 mostra un exemple de quadre de diàleg.

Pauta 4. Integreu aplicacions en el món real

La quarta pauta per planificar i implementar l'ensenyament de les matemàtiques dissenyat per millorar la comprensió conceptual consisteix a integrar aplicacions dels conceptes que s'ensenyen en el món real. Ajudar l'alumnat a adonar-se de la rellevància de les matemàtiques en la vida diària n'augmenta la motivació i l'atenció a la classe i, a més, en millora la generalització (GOLDMAN, HASSSELBRING i THE COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT, 1997).

El professorat pot plantejar aplicacions en el món real de diverses maneres. Una manera de crear vincles importants és explicar la relació entre les matemàtiques i el món laboral. El professor o professora pot convidar treballadors de diversos camps a fer una xerrada per ajudar a subratllar la importància de les matemàtiques en algunes feines o carreres professionals. Les excursions per la comunitat també donen oportunitats a l'alumnat per aplicar directament habilitats i conceptes matemàtics en situacions del món real. A més, les il·lustracions, els problemes de paraules i projectes escolars especials poden tractar sobre temes d'interès per als estudiants. Per exemple, el professor o professora pot demanar als estudiants que identifiquin dos objectes que voldrien comprar a les parades que hi ha al cinema del poble i determinar quants diners necessitarien per cobrir-ne el cost, incloent-hi l'IVA (vegeu figura 8).

Finalment, la classe pot utilitzar la tecnologia per establir vincles importants entre els conceptes matemàtics i les aplicacions en el món real. Els programes d'ordinador de resolució de problemes simulen situacions reals o imaginàries per tal que l'alumnat pugui experimentar situacions complexes i tenir l'oportunitat d'aplicar les seves habilitats matemàtiques. Aquest aprenentatge de realitat virtual permet als estudiants sentir-se com si realment participessin en determinada situació (KOZMA i SCHANK, 1998).

De manera semblant, els programes d'ordinador de resolució de problemes poden fer que els estudiants tinguin pràctica a identificar problemes, escollir estratègies, trobar solucions i avaluar els resultats de decisions importants (MATHEWS, PRACEK i OLSON, 2000). La resolució de problemes a partir d'un vídeo ha estat especialment efectiva per donar als estudiants l'oportunitat d'aplicar habilitats i conceptes matemàtics a situacions autèntiques que el vídeo planteja (BOTTGE, HEINRICH, CHAN i SERLIN, 2001). Per exemple, una vinyeta de la sèrie de Jasper Woodbury (COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT, 1992, 1993, 1997; WILLIAMS et al., 1998) mostra

als estudiants d'una escola com desenvolupar una idea per guanyar diners i després planificar com implementar-la de manera sistemàtica. L'alumnat treballa en grups per resoldre els problemes matemàtics que s'esdevenen del context de la vinyeta del vídeo.

Pauta 5. Proporcioneu un ensenyament explícit

Ensenyar l'alumnat a entendre els conceptes matemàtics requereix classes dissenyades al detall amb un ensenyament clar i explícit. La literatura relacionada amb l'ensenyament de les matemàtiques, així com d'altres àrees d'ensenyament de continguts per a estudiants amb discapacitats, mostra que l'alumnat necessita un ensenyament explícit per millorar la comprensió de conceptes difícils i habilitats relacionades (FUCHS, FUCHS, HAMLETT i APPLETON, 2002; GREENWOOD, ARREAGA-MAYER i CARTA, 1994; MILLER et al., 1998; MONTAGUE, 1997; SWANSON, 1999; SWANSON i HOSKYN, 1998, 2001). Rivera (1996) recomana la següent seqüència per a un ensenyament explícit:

1. Organització prèvia
2. Explicació
3. Pràctica guiada
4. Pràctica independent

Aquesta seqüència assegura que l'alumnat estigui motivat i tingui les habilitats requerides per sortir-se'n a la classe, i ofereix un canvi gradual de responsabilitat de l'explicació del professorat a l'actuació independent de l'alumnat.

Organització prèvia

L'organització prèvia acostuma a incloure la revisió dels coneixements necessaris com a requisit previ, un document relacionat amb els propòsits o els objectius de la classe i una base lògica per a l'aprenentatge de nous continguts (HUDSON, 1996; LENZ, ELLIS i SCANLON, 1996). L'alumnat amb i sense discapacitats millora l'aprenentatge i la retenció de noves habilitats i conceptes si els educadors utilitzen l'organització prèvia.

Explicació: «Jo»

Després de l'organització prèvia, el professorat ofereix una explicació («Jo»). En la fase «Jo» de la classe, el professor o professora presenta el concepte i resol el proble-

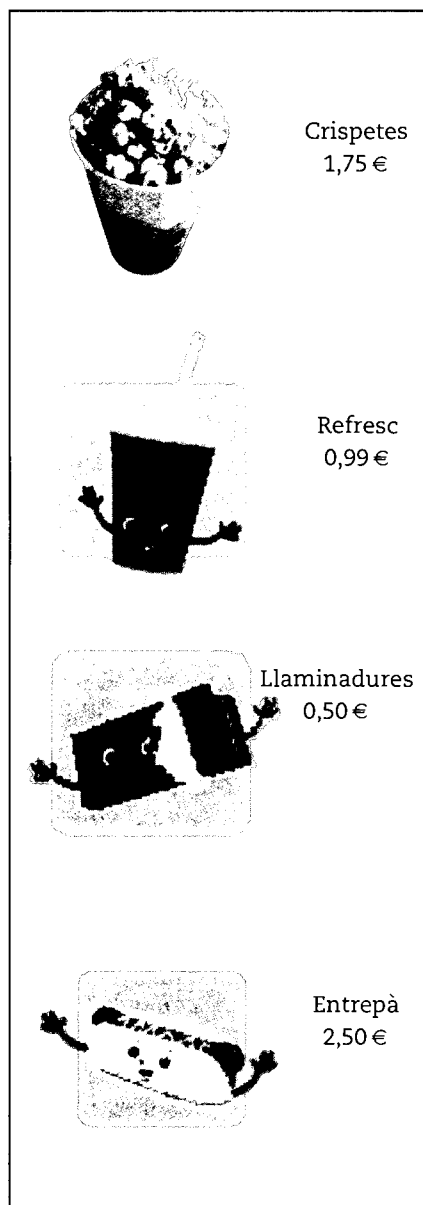


Figura 8. Exemple de parada.

ma mentre diu en veu alta a l'alumnat què hauria de pensar mentre resol problemes semblants. Tot i que aquesta fase de la classe emfasitza l'explicació del professor o professora, maximitzar el compromís i la participació de l'alumnat és molt important. El professorat pot facilitar aquesta participació i encoratjar l'alumnat a respondre preguntes i donar respostes en veu alta, així com utilitzar materials instructius. Aquest tipus de participació ajuda l'alumnat a estar per la feina i li reforça l'aprenentatge. Aquestes activitats també ajuden al professorat a controlar la comprensió del concepte per part de l'alumnat. El professorat necessita aquesta informació per determinar quants exemples i problemes hauria

de proposar. Les explicacions del professor o professora han de ser explícites, concises, operatives i organitzades.

Pràctica guiada: «Nosaltres»

Quan s'ha completat l'explicació, el professor o professora comença la pràctica guiada («Nosaltres»). Aquesta fase «Nosaltres» comença amb un alt nivell de suport per part del professorat (directrius punt per punt), passa a un nivell de suport mitjà (diversos passos realitzats amb poques directrius), va cap a un nivell de suport baix (és a dir, el professorat redueix les directrius o agrupa diversos passos per tal que l'alumnat adquireixi més responsabilitat), i finalitza sense cap directriu (és a dir, els estudiants completen la tasca sols, però poden demanar i rebre ajuda per part del professorat). Aquesta progressió gradual de suport decreixent per part del professorat prepara l'alumnat per adquirir amb èxit el nou concepte.

Pràctica independent: «Tu»

La darrera fase de la seqüència d'ensenyament explícit consisteix en la pràctica independent («Tu»). Durant aquesta fase «Tu», l'alumnat explica què ha entès sobre el nou concepte sense l'ajuda del professor o professora. L'activitat de pràctica independent hauria d'alinejar-se amb la fase d'explicació del professorat i de pràctica guiada de la classe. Per exemple, si el professorat i l'alumnat utilitzen materials manipulables durant l'explicació i la pràctica guiada, els estudiants haurien de poder utilitzar aquests mateixos materials manipulables en la pràctica independent. El llindar per establir si la pràctica independent es domina hauria de ser alt (p. ex. 90%) per assegurar que l'alumnat entén el concepte.

Conclusions

Dissenyar un ensenyament per desenvolupar la comprensió conceptual de les matemàtiques per part de l'alumnat és un objectiu important. Ajudar els estudiants amb discapacitats a entendre el significat subjacent de les matemàtiques porta a l'adquisició, retenció i generalització de diversos objectius matemàtics, i ajuda, també, a reconèixer les relacions matemàtiques. Si no ens centrem en l'ensenyament de la comprensió conceptual, la instrucció de les matemàtiques esdevé una memorització d'operacions i processos sense sentit.

Si no ens centrem en l'ensenyament de la comprensió conceptual, l'ensenyament de les matemàtiques esdevé una memorització d'operacions i processos sense sentit.

L'ensenyament que el professorat planifica i implementa a partir de les cinc pautes empíriques (és a dir, utilitzar diversos modes de representació, considerar quines són les estructures apropiades per ensenyar conceptes específics, tenir en compte el llenguatge de les matemàtiques, integrar aplicacions en el món real i proporcionar una instrucció explícita) sosté l'adquisició d'alts nivells de comprensió conceptual. Un alt nivell de comprensió serà útil per a l'alumnat per progressar en el currículum de matemàtiques dins l'escola i en el trasllat de l'ús de les matemàtiques a entorns fora de l'escola.

Referències bibliogràfiques

- ALLSOPP, D.H.; KYGER, M.; LOVIN, L. (2006). «Teaching algebraic thinking». Dins P. HUDSON i S.P. MILLER (eds.). *Designing and implementing mathematics instruction for students with diverse learning needs*. Boston: Pearson Education.
- BAXTER, J.; WOODWARD, J.; VOORHIES, J.; WONG, J. (2002). «We talk about it, but do they get it?». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 17, p. 173-185.
- BAXTER, J.; WOODWARD, J.; OLSON, D. (2001). «Effects of reform-based mathematics instruction in five third grade classrooms». *Elementary School Journal*, núm. 101, p. 529-548.
- BAXTER, J.; WOODWARD, J.; OLSON, D. (2005). «Writing in mathematics: An alternative form of communication for academically low-achieving students». *Learning Disabilities Research and Practice*, vol. 20, núm. 2, p. 119-135.
- BIELLENBERG, B.; FILLMORE, L.W. (2004/2005). «The English they need for the test». *Educational Leadership*, vol. 62, núm. 4, p. 45-49.
- BLEY, N.S.; THORNTON, C.A. (1995). *Teaching mathematics to students with learning disabilities*. 3a ed. Austin, Texas: PRO-ED.
- BOTTGE, B.A.; HASSELBRING, T.S. (1993). «A comparison of two approaches for teaching complex, authentic mathematics problems to adolescents in remedial math classes». *Exceptional Children*, núm. 59, p. 556-566.
- BOTTGE, B.A.; HEINRICH, M.; CHAN, S.; SERLIN, R.C. (2001). «Anchoring adolescents' understanding of math concepts in rich problem-solving environments». *Remedial and Special Education*, núm. 22, p. 299-314.
- BUTLER, F.M.; MILLER, S.P.; CREHAN, K.; BARBITT, B.; PIERCE, T. (2003). «Fraction instruction for students with mathematics disabilities: Comparing two teaching sequences». *Learning Disabilities Research and Practice*. Núm. 18, p. 99-111.
- BUTLER, F.M.; CATES, D.; SMITH, M.; JACKSON, C. (2003). «Effects of manipulative instruction on solving area and perimeter problems by students with learning disabilities». *Learning Disabilities Research and Practice*. Núm. 18, p. 112-120.
- CASS, M.; CATES, D.; SMITH, M.; JACKSON, C. (2003). «Effects of manipulative instruction on solving area and perimeter problems by students with learning disabilities». *Learning Disabilities Research & Practice*, núm. 18, p. 112-120.
- CATHCART, W.G.; POTHIER, Y.M.; VANCE, J.H.; BEZUK, N.S. (2000). *Learning mathematics in elementary and middle schools*. Upper Saddle River, Nova Jersey: Merrill.
- CHAZAN, D.; BALL, D. (1999). «Beyond being told not to tell». *For the Learning of Mathematics*, vol. 19, núm. 2, p. 2-10.
- COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1992). «The Jasper Series and assessment data». *Educational Psychologist*, vol. 27, núm. 4, p. 291-315.
- COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1993). «The Jasper experiment: Using video to furnish real-world problem-solving contexts». *Arithmetic Teacher*, núm. 40, p. 474-478.
- COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1997). *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, Nova Jersey: Erlbaum.
- FUCHS, L.S.; FUCHS, D.; HAMLETT, C.L.; APPLETON, A.C. (2002). «Explicitly teaching for transfer: effects on the mathematical problem-solving performance of students with mathematics disabilities». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 17, p. 90-106.
- GAGNON, S.R.; MACCINI, P. (2001). «Preparing students with disabilities for algebra». *TEACHING Exceptional Children*, vol. 34, núm. 1, p. 8-15.
- GAGNON, S.R.; HASSELBRING, T.S.; COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1997). «Achieving meaningful mathematics literacy for students with learning disabilities». *Journal of Learning Disabilities*, núm. 40, p. 198-208.
- GREENWOOD, C.R.; ARREAGA-MAYER, C.; CARTA, J.J. (1994). «Identification and translation of effective teacher-developed instructional procedures for general practice». *Remedial and Special Education*, núm. 15, p. 140-151.

- HARRIS, C.A.; MILLER, S.P.; MERCER, C.D. (1995). «Teaching initial multiplication skills to students with disabilities in general education classrooms». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 10, p. 180-195.
- HUDSON, P.J. (1996). «Using a learning set to increase the test performance of students with learning disabilities in social studies classes». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 11, p. 78-85.
- HUDSON, P.J.; MILLER, S.P. (2006). *Designing and implementing mathematics instruction for students with diverse learning needs*. Boston: Pearson Education.
- KAME'ENUI, E.J.; SIMMONS, D.C. (1990). *Designing instructional strategies: The prevention of academic learning problems*. Columbus, Ohio: Merrill.
- KAMII, C.; CLARK, F. (1997). «Measurement of length: The need for a better approach to teaching». *School Science and Mathematics*, núm. 97, p. 116-121.
- KOBY, T.; SKOK, R.L.; MCLAUGHLIN, T.F. (1992). «The effect of graphic advance organizers on the math and science comprehension with high school special education students». *B.C. Journal of Special education*, núm. 16, p. 101-111.
- KOZMA, R.; SCHANK, P. (1998). «Connecting with the 21st century: Technology in support of educational reform». Dins C. DEDE (ed.). *ASCD year book 1998 learning with technology*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- LENZ, B.K.; ELLIS, E.S.; SCANLON, D. (1996). *Teaching learning strategies to adolescents and adults with learning disabilities*. Austin: PRO-ED.
- MATHEWS, D.M.; PRACEK, E.; OLSON, J. (2000). «Technology for teaching and learning». Dins J.L. OLSON i J.M. PLATT (eds.). *Teaching children and adolescents with special need*. 3a ed. Upper Saddle River, Nova Jersey: Merrill.
- MERCER, C.D.; MILLER, S.P. (1991-1994). *Strategic math series*. Lawrence, Kansas: Edge Enterprises.
- MERCER, C.D.; MILLER, S.P. (1994). *Multiplication facts 0 to 81*. Lawrence, Kansas: Edge Enterprises.
- MILLER, S.P.; BUTLER, F.; LEE, K. (1998). «Validated practices for teaching mathematics to students with learning disabilities: A review of literature». *Focus on exceptional Children*, vol. 31, núm. 1, p. 1-24.
- MONTAGUE, M. (1997). «Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities». *Journal of Learning Disabilities*, núm. 30, p. 164-177.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia: Author.
- RIVERA, D.P. (1996). «Effective mathematics instruction for students with learning disabilities: Introduction to the two-part series». *LD Forum*, vol. 21, núm. 2, p. 4-9.
- SWANSON, H.L. (1999). «Instructional components that predict treatment outcomes for students with learning disabilities: Support for a combined strategy and direct instruction model». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 14, p. 129-140.
- SWANSON, H.L.; HOSKYN, M. (2001). «Instructing adolescents with learning disabilities: A component and composite analysis». *Learning Disabilities Research and Practice*, núm. 16, p. 109-119.
- TUCKER, B.F.; SINGLETON, A.H.; WEAVER, T.L. (2002) *Teaching mathematics to all children*. Upper Saddle River, Nova Jersey: Merrill.
- WILLIAMS, H. (2006). «Math in the grammar classroom». *ELT Journal*, vol. 60, núm. 1, p. 23-33.
- WILLIAMS, S.M.; BURGESS, K.L.; BRAY, M.H.; BRANSFORD, J.D.; GOLDMAN, S.R.; THE COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1998). «Technology and learning in schools for thought classrooms». Dins C. DEDE (ed.). *ASCD year book 1998 learning with technology*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Susan P. Miller és professora del Departament d'Educació Especial de la Universitat de Las Vegas, a l'estat de Nevada (EUA). **Pamela J. Hudson** és professora agregada del Departament d'Educació Especial i Rehabilitació de la Universitat de Logan, a l'estat de Utah (EUA).
