

«Dissoldre» les diferències. Impartir una classe de física d'acord amb el disseny universal d'aprenentatge*

Stephanie A. Kurtts, Catherine E. Matthews, Tammy Smallwood

Les aules estrictes de ciència d'avui dia, centrades sobretot en els continguts, poden ser descoratjadores per a l'alumnat amb reptes físics, cognitius o afectius, i també per al professorat. L'alumnat amb dificultats d'aprenentatge necessita una adaptació instructiva que l'ajudi a entendre les idees principals de la classe. És possible que l'alumnat amb dificultats de lectura tingui dificultats lingüístiques subjacents, que facin que comprendre els conceptes i els termes científics esdevingui inabastable. Si l'alumnat amb dificultats mostra una velocitat de lectura baixa i una incapacitat per entendre textos expositius, li pot resultar difícil entendre els continguts científics.

A les aules de ciència de tot el país, oferir aquesta adaptació educativa requereix que el professorat dissenyi la instrucció de manera que s'asseguri que tot l'alumnat pugui accedir i superar el currículum. Les ciències són, potser, una de les assignatures més valuoses que podem impartir a l'alumnat amb dificultats (MASTROPIERI, SCRUGGS i MAGNUSEN, 1999; SCRUGGS, MASTROPIERI i BOON, 1998). Alguns investigadors han suggerit que, a la classe de ciències, les activitats instructives que contenen elements com activitats d'aprenentatge concretes, pràctiques o basades en preguntes, i la interacció en grup poden captar l'interès de l'alumnat (MASTROPIERI, SCRUGGS i GAETZ, 2005; SCRUGGS, MASTROPIERI, BAKKEN i BRIGHAM, 1993).

Atès que l'alumnat amb dificultats passa més temps a les aules d'educació general, l'habilitat del professorat d'educació general per incloure'l en totes les activitats d'aprenentatge esdevé encara més important (U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION, 2005). Tot i que no hi ha un sol model per a tot l'alumnat ni per a totes les dificultats, sí que hi ha unes pràctiques que són millors que es poden utilitzar per ensenyar d'acord amb les capacitats de l'alumnat amb necessitats especials i, alhora, cobrir les necessitats educatives de l'alumnat d'educació general. Moltes d'aquestes pràctiques acostumen a ser inherents al bon ensenyament de la ciència en general, però per maximitzar-ne els beneficis per a l'alumnat amb diversos nivells d'experiència i habilitat calen diverses modificacions. Utilitzar el disseny universal d'aprenentatge com un d'aquests enfocaments instructius pot ser

especialment interessant per al professorat de ciències i d'educació especial, si treballen plegats per cobrir les necessitats d'aprenentatge i les particularitats específiques de l'alumnat (CENTER FOR APPLIED SPECIAL TECHNOLOGY [CAST], 2006; CURRY, COHEN i LIGHTBODY, 2006; ORKWIS i MCLANE, 1998; ROSE i MEYER, 2002).

La legislació i l'alumnat amb discapacitats d'aprenentatge

Sota la influència de la legislació actual, com la llei *No Child Left Behind Act*¹ (NCLB), els resultats de l'alumnat amb diverses necessitats educatives, incloent-hi l'alumnat que rep serveis educatius especials, es veuen influïts per les habilitats del professorat per descriure de manera clara els conceptes i les idees principals (COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN, 2007). Com a tal, el professorat ha d'oferir a l'alumnat múltiples oportunitats per aconseguir aprendre (ELLIS, FARMER i NEWMAN, 2005; HOWARD, 2003).

Un dels temes més importants de les lleis *Individuals with Disabilities Education Improvement Act*² (IDEA) i *No Child Left Behind* (NCLB) és la importància de fer accessible el currículum general a tot l'alumnat (INDIVIDUALS WITH DISABILITIES EDUCATIONS IMPROVEMENT ACT, 2004; NO CHILD LEFT BEHIND ACT, 2001; U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION, 2005). Tot i que cap de les dues lleis no diu específicament com han de crear, les escoles, uns currículums accessibles per a tot l'alumnat, la legislació fa responsable el professorat, les escoles, els districtes escolars i els departaments estatals d'educació d'assegurar-se que tot l'alumnat progressa cap a uns estàndards establerts en les àrees de contingut valuades (CENTRE FOR APPLIED SPECIAL TECHNOLOGY, 2006).

* (Dis)Solving the differences. A physical science lesson using universal design [Traducció de Berta Vilageliu].

1. N. de la T. Llei anomenada Que cap nen no es quedi enrere.

2. N. de la T. Llei de millores educatives per a persones amb discapacitats.

La majoria de currículums tendeixen a ser rígids i poc flexibles a l'hora de cobrir les necessitats educatives individualitzades d'alumnes diversos (VAUGHN, BOS i SCHUMM, 2000). Alguns professors consideren que moltes de les modificacions per adaptar els currículums als diversos alumnes, especialment l'alumnat amb dificultats, són ineficaces. Per exemple, consideren que realitzar tasques més curtes o activitats instructives de reforç sobre àrees concretes no és efectiu per cobrir les necessitats d'aprenentatge individual de l'alumnat (ROSE i MEYER, 2002).

En les assignatures d'àrees de contingut, abans de les pràctiques més inclusives i dels temes de responsabilitat associats a la llei NCLB, l'alumnat de secundària amb necessitats especials sovint es troba amb professorat de recursos. Aquest professorat col·labora i treballa amb el professorat d'educació general per cobrir les necessitats de l'alumnat i donar suport instructiu a les aules d'educació general. La llei NCLB, centrada en la responsabilitat d'aconseguir els estàndards educatius per a tot l'alumnat, deixa a bona part del professorat general la responsabilitat d'instruir tot l'alumnat. En el millor dels casos, el professorat d'àrees de contingut i d'educació especial ha estat capaç d'implementar un model d'ensenyament col·laboratiu, però això no sempre és així (MURAWSKI i DIEKER, 2004). Tot i que hi ha disponibles recursos per preparar el professorat d'educació general per ensenyar l'alumnat amb necessitats especials, molts dels professors que intenten ensenyar l'alumnat amb dificultats tenen molt poca, o cap, formació o experiència per fer-ho (COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN, 2004).

El DUA i l'alumnat amb dificultats d'aprenentatge

L'alumnat amb dificultats d'aprenentatge pot haver d'enfrontar-se a la instrucció d'àrees de contingut. Per exemple, és possible que tingui dificultats lingüístiques subjacents que facin inabastable l'adquisició d'informació i conceptes nous; o pot ser que presenti una mancança de destreses de lectura, escriptura i matemàtiques (SCHLOSS, SMITH i SCHLOSS, 2001). Quan el professorat dissenya la instrucció de les àrees de contingut per a l'alumnat amb dificultats, ha de considerar els factors que poden influir en l'aprenentatge amb èxit. Carnine i Carnine (2004) van suggerir que hi ha uns principis específics de disseny instructiu que poden millorar la comprensió de la ciència, els processos científics i el pensament d'ordre superior. El professorat de ciències hauria d'identificar les idees principals i explicar-les, utilitzar la instrucció sistemàtica de vocabulari, repassar i integrar conceptes clau, i proposar activitats pràctiques estructurades (CARNINE i CARNINE, 2004; CHIAPETTA i KOBALLA, 2006; SLOCUM, 2004).

Podem aplicar aquests principis mitjançant el DUA, un enfocament de la instrucció sostingut per teories de l'aprenentatge basat en el cervell, millors pràctiques basades en la recerca i tecnologies instructives, el qual ofereix importants aplicacions pràctiques sobre com tot l'alumnat pot aprendre amb èxit (CAWLEY, FOLEY i MILLER, 2003; HITCHCOCK, MEYER, ROSE i JACKSON, 2002; HOWARD, 2003; PISHA i COYNE, 2001; PISHA i STAHL, 2005; ROSE i MEYER, 2002). Segons el CAST, els tres components del marc del DUA són els següents: (a) múltiples mitjans de representació (proporcionar el contingut de diferents maneres:

TAULA 1. Exemple de programació d'una classe basada en el disseny universal: objectius

Components de la classe	Suports instructius del DUA	Exemple: classe de física sobre la solubilitat
Objectius	D'acord amb els estàndards nacionals	Estàndards nacionals d'educació científica: Estàndards de contingut A: A-1 Habilitats necessàries per a la investigació científica. A-2 Comprensió de la investigació científica. Estàndards de contingut B: B-2 Estructura i propietats de la matèria. B-6 Interaccions de l'energia i la matèria. Conceptes i processos unificats: sistemes, ordre i organització. Prova, models i explicació. Canvi, consistència i mesura. Forma i funció.
	D'acord amb les competències, els estàndards i els marcs de l'estat i/o el districte	North Carolina Standard Course of Study: 6.04 Mesurar i analitzar els indicadors del canvi químic; investigar i analitzar les propietats i la composició de solucions.
Nota: DUA = disseny universal d'aprenentatge.		

TAULA 2. Exemple de programació d'una classe basada en el disseny universal: objectius instructius		
Components de la classe	Suports instructius del DUA	Exemple: classe de física sobre la solubilitat
Objectius instructius	Utilitzar la piràmide de planificació (SCHUMM, VAUGHN i HARRIS, 1997)	Tot l'alumnat ha de poder definir solubilitat i dir tres tipus de solucions; la major part de l'alumnat ha de saber expressar la concentració de les solucions; alguns alumnes han de saber descriure els efectes de la pressió i la temperatura en la solubilitat dels gasos.
Nota: DUA = disseny universal d'aprenentatge.		

TAULA 3. Exemple de programació d'una classe basada en el disseny universal: descripció de la classe		
Components de la classe	Suports instructius del DUA	Exemple: classe de física sobre la solubilitat
Descripció de la classe	Recursos Principis del DUA	Llibre de text, apunts, cartró de llet, ampolla d'àcid concentrat, ordinadors i impressora, paper, llapis o ceres de colors, paper mil·limetrat, apunts digitals (còpia en paper i text digital), fotografies digitals, llibre de text en cassets, en línia, CD o imprès. Ordinador i Internet. Llocs web: < www.dcwasa.com/about/facilities.cfm#wastewater_treatment > < www.graphicorganizers.com > < http://nc.gpscience.com/self_check_quiz > < http://nsdl.org >
	Estratègies Instrucció diferenciada	Compactar o separar la informació clau del tema. Plantejar preguntes per a diversos nivells d'habilitat. Formar grups flexibles. Utilitzar taules K-W-L i altres organitzadors gràfics.
Nota: DUA = disseny universal d'aprenentatge.		

visualment, gràficament o auditivament, entre d'altres), (b) diferents formes d'expressió (donar a l'alumnat diverses oportunitats per demostrar què ha après) i (c) diverses formes d'implicació (oferir diversos mètodes per implicar l'alumnat en l'aprenentatge; CURRY [et al.], 2006; ORKWIS i MCLANE, 1998).

El DUA en una classe de ciències de secundària

Per tal de demostrar la implementació dels components del DUA, tot seguit presentem un exemple d'una classe de ciències de secundària sobre la solubilitat (vegeu les taules 1, 2, 3, 4 i 5). L'objectiu d'aquesta classe sobre la solubilitat és ensenyar a l'alumnat com es dissol una substància en una altra. Per exemple, podem fer aigua amb sucre; dissolem una certa quantitat de sucre (anomenat *solut*) en una certa quantitat d'aigua (anomenada *dissolvent*). Si hi afegim massa sucre, es queda al fons del vas (és a dir, la quantitat de sucre que es pot dissoldre en

una determinada quantitat d'aigua a certa temperatura és limitada). Si augmentem la temperatura de l'aigua, es dissol una major quantitat de sucre, però si, quan la solució es refreda, el sucre en surt (es precipita), la solució se satura. En una solució saturada, dissolem la màxima quantitat de sucre en una determinada quantitat d'aigua a una temperatura específica. En una solució insaturada, podem dissoldre més solut (sucre) en una determinada quantitat de dissolvent (aigua). Si escalfem l'aigua amb sucre i hi dissolem més sucre del que es pot dissoldre en aigua a major temperatura, obtenim una solució sobresaturada. Atès que les molècules del sucre són grans (al contrari que les de la sal), tarden més a precipitar-se o cristal·litzar-se. Si l'alumnat lliga un cordill a un llapis i el deixa caure en un got amb una solució d'aigua amb sucre sobresaturada, es començaran a formar cristalls de sucre al voltant del cordill, com una espècie de caramel (sucre candi). Això reforçarà els conceptes de la solubilitat.

Totes les solucions sobresaturades són inestables. Es poden dur a l'equilibri de saturació si agitem la solució,

TAULA 4. Exemple de programació d'una classe basada en el disseny universal: seqüència instructiva		
Components de la classe	Suports instructius del DUA	Exemple: classe de física sobre la solubilitat
Seqüència instructiva a partir del DUA	Representació: diverses formes de presentació dels continguts per tal de cobrir les necessitats de tot l'alumnat	Representació: professorat. Notes de lectura: a partir de la lectura, textos en paper i casquets; explicació de vocabulari i conceptes principals. Diari científic: l'alumnat imagina que té un cristall i una solució de clorur de zinc. Ha d'explicar com utilitzar el cristall per saber si la solució és saturada, insaturada o sobresaturada. Demostració: una llauna oberta de soda. Expliquem que, quan la soda està tancada, la pressió manté el gas dins de la solució. Tan bon punt l'obrim, la pressió es redueix i les bombolles esdevenen visibles. Instrucció explícita: dibuixem a la pissarra tres vasos de precipitats iguals. A cada vas, dibuixem la mateixa quantitat de petits cercles (que representen les partícules de solut). Demanem a l'alumnat que copii els dibuixos i pinti els cercles per representar la solució saturada, insaturada i sobresaturada. Avaluació: notes del diari, preguntes de resposta oberta.
	Expressió: diversos mètodes mitjançant els quals l'alumnat pot demostrar què ha après. Activitat que dóna a l'alumnat l'oportunitat d'aconseguir els resultats objectiu de l'aprenentatge.	Expressió: alumnat. Oral: Vocabulari (joc de relacionar definicions). Processador de textos amb veu per a les definicions. Atles en línia per a la definició de termes. Taules K-W-L. Escrita: Apunts de vocabulari en línia i en paper. Laboratori virtual electrònic. Full d'exercicis per completar a mà o a ordinador. Funció «ressaltar» del processador de textos. Artística: Crear productes multimèdia mitjançant recursos en línia.
	Implicació: diversos camins a partir dels quals l'alumnat aprendrà els conceptes presentats. Es tracta de mantenir l'interès i facilitar l'aprenentatge. Equilibri entre activitats dirigides pel professorat i centrades en l'alumnat.	Implicació: professorat/alumnat/currículum. Activitat en parelles, en la qual l'alumnat ha de representar gràficament una corba de solubilitat a partir de les dades en un full d'activitats en línia, mitjançant diferents colors, i/o fer una gràfica en un full de càlcul Excel. Recerques virtuals: laboratori virtual de química de solució. Murals: solubilitat i concentració. Activitats en línia: Cercar per Internet una planta d'aigües residuals i esbrinar què dissolen a l'aigua. Crear un gràfic que mostri els soluts i les quantitats d'aigua. Guia d'avaluació per a les recerques virtuals i els murals; anàlisi de tasques, proves autoavaluables, preguntes obertes, fulls d'activitats en paper.
Nota: DUA = disseny universal d'aprenentatge.		

remenem el vas de precipitats o sembrem la solució amb un cristall de solut. Per exemple, l'aigua carbonatada és una solució sobresaturada de gas de diòxid de carboni en aigua. L'elevada pressió de l'ampolla fa que el diòxid de carboni es pugui dissoldre millor en l'aigua que a pressió atmosfèrica. A pressió atmosfèrica, el gas de diòxid de car-

boni s'escapa del líquid sobresaturat, d'aquí que veiem les bombolles que pugen a poc a poc des del fons del vas.

Un altre concepte important de la solubilitat és la concentració de solucions. La concentració d'una solució és la quantitat de solut en una quantitat específica de dissolvent. Una solució d'aigua amb sucre diluït és tan

TAULA 5. Exemple de programació d'una classe basada en el disseny universal: avaluar els resultats d'aprenentatge		
Components de la classe	Suports instructius del DUA	Exemple: classe de física sobre la solubilitat
Avaluar els resultats d'aprenentatge	Com avaluen, el professorat i l'alumnat, el que s'ha après.	Construir un gràfic que mostri la quantitat i el tipus de contaminants que s'aboquen en una planta d'aigües residuals. Crear un producte final que demostrï que l'alumnat entén els termes científics. Autoavaluació: test del llibre de text o de la pàgina < http://nc.gpscience.com/self_check_quiz > Revisar les entrades del diari: comprovar que s'entén tot amb el grup classe. Crear un mural.
Nota: DUA = disseny universal d'aprenentatge.		

sols lleugerament dolça. La concentració de les solucions s'acostuma a mesurar a partir de la molaritat (és a dir, mols per solut per litre de solució) (HILL i PETRUCCI, 1996).

Una aplicació ambiental dels conceptes de la solubilitat implica la investigació de diverses substàncies dissoltes en aigua que es desprenen de plantes de tractament d'aigües residuals. Atès que desprenen aigua amb certa quantitat de substàncies, és important controlar les plantes de tractament d'aigües residuals, perquè per cada persona que deixa anar aigua residual riu amunt, hi ha una persona que beu aquesta aigua riu avall.

Relacionar-ho tot amb el DUA

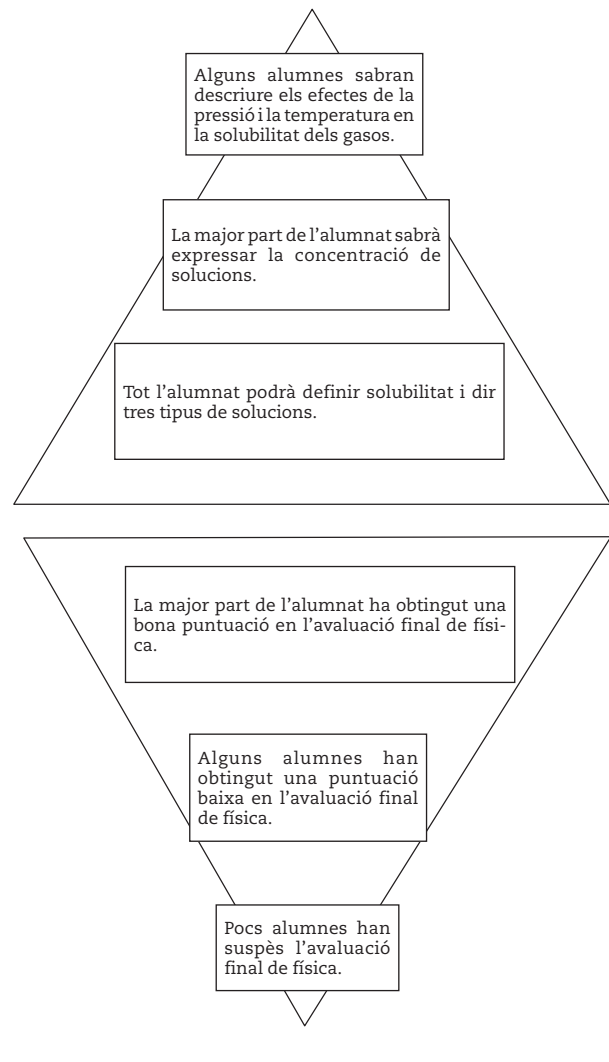
Implementar els tres components del marc del DUA per fer una classe de ciències sobre la solubilitat inclou diversos exemples de DUA. Podem crear diferents mètodes de representació mitjançant l'adaptació de la instrucció explícita, a partir de la funció «ressaltar» d'un programa de processament de textos. Aquesta funció pot esdevenir un sistema simbòlic visual per ajudar a identificar conceptes, idees i paraules científiques clau. L'alumnat es pot beneficiar de mètodes alternatius per expressar el que ha après durant les activitats del laboratori. A partir d'un laboratori virtual, pot utilitzar l'ordinador per dur a terme experiments (NATIONAL SCIENCE DIGITAL LIBRARY, 2007). Podem desenvolupar un pla instructiu que inclogui objectius conductuals que ajudin l'alumnat a prendre decisions a partir de projectes i tasques de classe, realitzats amb l'ajuda d'Internet, com a alternativa al llibre de text. Això pot ajudar l'alumnat a implicar-se, a ser més autònom i a adquirir autocontrol. A partir d'aquests components, donem a l'alumnat amb diferents necessitats educatives accés al currículum general, mitjançant mètodes i materials instructius diferenciats.

El DUA, la piràmide de planificació i la impartició de ciències

La instrucció d'alumnes diversos d'acord amb el DUA es pot dissenyar a partir de la piràmide de planificació creada per Schumm, Vaughn i Harris (1997). Des d'aquest enfocament de planificació, el professorat crea objectius instructius de cada lliçó, els quals (a) tot l'alumnat ha d'aprendre (part inferior de la piràmide), (b) la major part de l'alumnat ha d'aprendre (part central de la piràmide), i (c) alguns alumnes han d'aprendre (part superior de la piràmide). Tot i no formar part d'un estudi experimental, la classe de ciències de secundària que va estar exposada a la instrucció dissenyada a partir de la piràmide de Schumm [et al.], en conjunció amb el DUA, va mostrar millores en el rendiment de l'alumnat en l'avaluació estatal de ciències (SMALLWOOD i KURTTS, 2006). Combinar aquests enfocaments ajuda el professorat a ensenyar les nocions bàsiques i, alhora, a utilitzar els punts forts de l'alumnat en la situació d'aprenentatge. Tan bon punt aconseguim l'objectiu, la piràmide es capgirarà literalment (vegeu la figura 1). Les classes que permeten diferents instruccions poden incloure components del DUA, tal com hem vist en la classe d'exemple sobre la solubilitat. Aquesta classe s'aproxima als estàndards nacionals d'educació científica (NATIONAL SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION, 1996) i als estàndards de física del North Carolina Standard Course of Study (2006), els quals es basen en els estàndards nacionals (vegeu la taula 6).

Podem captar l'interès per la classe de tot l'alumnat a partir d'un treball en parella, en el qual hagin de representar gràficament una corba de solubilitat en un full de càlcul Excel i crear un mural desplegable amb una introducció sobre la solubilitat i la concentració (ZIKE, 2002). Els murals (que hauran de retallar i enganxar) són materials didàctics manipulables en tres dimensions, o organitzadors gràfics, que permeten a l'alumnat visualitzar i

FIGURA 1. La piràmide de planificació



ordenar la informació ràpidament, la qual cosa els facilita entendre conceptes, teories, processos, fets i idees, així com seqüenciar diversos passos. Els murals poden implicar l'alumnat en el currículum. Una guia d'avaluació (vegeu la taula 7) pot ser útil per al professorat per avaluar els murals de l'alumnat sobre la solubilitat i la concentració.

Crear una taula K-W-L també pot donar a l'alumnat l'oportunitat d'implicar-se en el procés d'aprenentatge. Les taules K-W-L són organitzadors gràfics (OGLE, 1986) que s'utilitzen per activar els coneixements previs de l'alumnat (el que ja saben, el que volen aprendre i, després de la classe, el que han après). La taula 8 mostra un exemple de taula K-W-L per a la classe sobre solubilitat. L'alumnat utilitza estratègies de pensament superior que l'ajuden a entendre el que ha llegit, escoltat o vist. Aquestes eines instructives poden ajudar l'alumnat a organitzar la informació en un context significatiu. Utilitzar Internet és una forma de combinar tecnologia i aplicacions pràctiques, mentre l'alumnat s'implica en investigacions científiques sobre l'abocament d'aigües residuals. A més, Internet pot ser una font d'activitats d'avaluació, ja que l'alumnat pot escollir realitzar proves autoavaluables vinculades a lectures del llibre de text (vegeu <http://www.nc.gpscience.com/self_check_quiz>) (GLENCOE ONLINE LEARNING CENTER, 2005).

Conclusió

El DUA sembla un enfocament instructiu prometedor per cobrir les necessitats d'alumnes diversos. La flexibilitat que suposa oferir diverses formes de representació, expressió i implicació de l'alumnat en l'aprenentatge és esperançadora per al professorat de ciències de secundària, ja que el que busca és cobrir, mitjançant

TAULA 6. Estàndards científics

Estàndards científics nacionals	Curs d'estudis estàndard de Carolina del Nord
Estàndard de contingut A: A-1 Habilitats necessàries per a la investigació científica. A-2 Comprensió de la investigació científica. Estàndards de contingut B: B-2 Estructura i propietats de la matèria. B-6 Interaccions de l'energia i la matèria. Conceptes i processos unificats: Sistemes, ordre i organització. Prova, models i explicació. Canvi, consistència i mesura. Forma i funció.	L'alumnat ha d'entendre conceptes generals de química. 6.04 Mesurar i analitzar els indicadors del canvi químic. 6.05 Investigar i analitzar les propietats i la composició de solucions: Corba de solubilitat Concentració Polaritat Escala de pH Conductivitat elèctrica
Font: National Science Teachers Association (1996); North Carolina Standard Course of Study (2006).	

TAULA 7. Exemple de guia d'avaluació d'un mural

TAULA 7. Exemple de guia d'avaluació d'un mural					
Nom de l'alumne/a: _____			Lliçó/assignatura: _____		
Components	Adequat=4	Acceptable=3	Necessita millorar=2	Inacceptable=1	Nota
Creativitat i organització	El mural és molt creatiu i la informació està molt ben organitzada.	El mural és creatiu i està organitzat.	El mural és una mica creatiu i està una mica organitzat.	El mural no és creatiu i no està organitzat.	
Quantitat d'informació	Tots els conceptes del tema estan ben representats; hi ha una gran quantitat d'informació sobre el tema.	Tots els conceptes del tema estan representats; hi ha informació adequada del tema.	La majoria dels conceptes del tema estan representats; cal més informació sobre alguns aspectes.	La majoria de conceptes del tema no estan ben representats; hi ha poca o cap informació sobre els conceptes principals.	
Qualitat de la informació	Hi ha informació detallada i exemples dels conceptes principals del tema.	Hi ha informació adequada i, com a mínim, un exemple dels conceptes principals del tema.	Hi ha informació sobre alguns conceptes del tema, però falten detalls i exemples.	La informació dels conceptes principals del tema és inadequada o inexistent i no hi ha exemples de suport.	
Exactitud dels continguts	El nivell d'exactitud dels continguts és d'un 100% i estan situats en les àrees corresponents.	El nivell d'exactitud dels continguts és d'un 90% i estan situats en les àrees corresponents.	El nivell d'exactitud dels continguts és d'un 80% i estan situats en les àrees corresponents.	El nivell d'exactitud dels continguts és inferior a un 79% i no estan situats en les àrees corresponents.	
Il·lustracions i gràfics	Les il·lustracions mostren diversos tipus de gràfics i inclouen textos o títols al peu.	Hi ha gràfics i algun text o títol al peu.	El mural inclou pocs gràfics i algun o cap text o títol al peu.	No hi ha gràfics o els gràfics no són adequats al tema.	

TAULA 8. Exemple de taula K-W-L: la solubilitat i la concentració

<i>En aquesta columna, escriu què sabeu del tema.</i>	<i>En aquesta columna, escriu què voleu saber del tema o coses que us encuriosixin.</i>	<i>En aquesta columna, escriu què heu après.</i>
<p>Alguns gasos tenen olors fortes; altres, són inodors.</p> <p>Les sodes carbonatades tenen bombolles de gas, fins i tot, si obrim la llauna.</p> <p>L'aigua calenta dissol millor el sucre que l'aigua freda.</p>	<p>Què és una solució? Em podeu donar algun exemple?</p> <p>Per què algunes sodes vessen o exploten quan les obrim?</p> <p>Què vol dir que un suc de taronja és concentrat?</p>	<p>La solubilitat és la màxima quantitat de solut que es pot dissoldre en una determinada quantitat de dissolvent a una temperatura específica.</p> <p>Els gasos són més solubles en dissolvents més freds.</p> <p>Les sodes vessen perquè les bombolles de gas estan exposades a la superfície i surten de la solució.</p>

les estratègies instructives més efectives, les necessitats educatives d'un alumnat cada vegada més divers. El professorat de ciències ha d'entendre com pot dissenyar aquests tipus d'enfocaments instructius per diferenciar de forma efectiva la instrucció i acomplir, així, els objectius instructius individualitzats de l'alumnat. En les aules diverses i inclusives, cobrir les necessitats de tot l'alumnat és una tasca difícil. El professorat de ciències hauria de ser capaç de fer una programació, segons les necessitats educatives de l'alumnat a tots els nivells, a partir del coneixement fonamental basat en la piràmide de planificació, i utilitzar aquesta informació per dissenyar classes basades en els principis del DUA. Podem crear noves maneres d'aprendre emocionants, les quals tinguin com a resultat la millora acadèmica de l'alumnat.

Referències bibliogràfiques

- CARNINE, L.; CARNINE, D. (2004). «The interaction of reading skills and science content knowledge when teaching struggling secondary students». *Reading & Writing Quarterly*, núm. 20, p. 203-218.
- CAWLEY, J. F.; FOLEY, T. E.; MILLER, J. (2003). «Science and students with mid disabilities». *Intervention in School and Clinic*, núm. 38 (3), p. 160-172.
- CENTER FOR APPLIED SPECIAL TECHNOLOGY (CAST) (2006). «UDL questions and answers». [recuperat l'1 de maig de 2007 de <<http://www.cast.org/research/faq/index.html>>]
- CHIAPETTA, E. L.; KOBALLA, T. R. (2006). *Science instruction in the middle and secondary schools: Developing fundamental knowledge and skills for teachers*. 6a edició. Upper Saddle River, Nova Jersey: Prentice Hall.
- COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN (2004). «The new IDEA: CEC's summary of significant issues». [recuperat el 30 d'abril de 2007 de <http://www.cec.sped.org/pp/IDEA_120204.pdf>]
- COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN (2007). «CEC proposes significant changes to improve the No Child Left Behind Act (NCLB)». [recuperat el 3 de juliol de 2007 de <<http://www.cec.sped.org/AM/>>]
- CURRY, C.; COHEN, L.; LIGHTBODY, N. (2006). «Universal design in science learning». *The Science Teacher*, núm. 73, p. 32-36.
- ELLIS, E.; FARMER, T.; NEWMAN, T. (2005). «Big ideas about teaching big ideas». *Teaching Exceptional Children*, núm. 38 (1), p. 34-39.
- GLENCOE ONLINE LEARNING CENTER (2005). «Physical science self-check quizzes». [recuperat el 5 de gener de 2007 de <<http://www.glencoe.com/index.html>>]
- HILL, J.; PETRUCCI, R. (1996). *General chemistry*. Upper Saddle River, Nova Jersey: Prentice Hall.
- HITCHCOCK, C.; MEYER, A.; ROSE, D.; JACKSON, R. (2002). «Providing new access to the general curriculum: Universal design for learning». *Teaching Exceptional Children*, núm. 35 (2), p. 8-17.
- HOWARD, J. B. (2003). «Universal design for learning: An essential concept for teacher education». *Journal of Computing in Teacher Education*, núm. 19 (4), p. 113-118.
- Individuals with Disabilities Education Improvement Act of 2004*, llei pública núm. 108-446. [recuperat el 20 de juliol de 2007 de <<http://idea.ed.gov/download/statute.html>>]
- MASTROPIERI, M. A.; SCRUGGS, T. E.; GRAETZ, J. (2005). «Cognition and learning in inclusive high school chemistry classes». Dins: T. E. SCRUGGS, M. A. MASTROPIERI (ed.). *Cognition and learning in diverse settings: Advances in learning and behavioral disabilities*. Oxford: Elsevier Science.
- MASTROPIERI, M. A.; SCRUGGS, T. E.; MAGNUNSEN, M. (1999). «Activities-oriented science instruction for students with disabilities». *Learning Disabilities Quarterly*, núm. 22, p. 240-249.
- MURAWSKI, M. M.; DIEKER, L. (2004). «Tips and strategies for co-teaching at the secondary level». *Teaching Exceptional Children*, núm. 36 (5), p. 52-59.
- NATIONAL SCIENCE DIGITAL LIBRARY (2007). «Solubility and salts». [recuperat el 6 de juliol de 2007 de <<http://www.chemcollective.org/assignments.php>>]
- NATIONAL SCIENCE TEACHER ASSOCIATION (1996). «National science education standards». [recuperat el 12 de desembre de 2006 de <<http://www.nsta.org/standards>>]
- No Child Left Behind Act of 2001, llei pública núm. 107-110 i 115, estatut 1425 (2002). [recuperat el 20 de juliol de 2007 de <<http://www.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/index.html>>]
- North Carolina Standard Course of Study (2006). «Physical science standards». [recuperat el 12 de desembre de 2006 de <<http://www.ncpdi.org>>]
- OGLE, D. S. (1986). «K-W-1 group instructional strategy». Dins: A. S. PALINGSAR, D. S. OGLE, B. F. JONES, E. G. CARR (ed.). *Teaching reading as thinking*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- ORKWIS, R.; MCLANE, K. (1998). *A curriculum every student can use: Design principles for student access (ERIC/OSTEP topical brief)*. Reston, Virginia: ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education Council for Exceptional Children.
- PISHA, B.; COYNE, P. (2001). «Smart from the start: The promise of universal design for learning». *Remedial and Special Education*, núm. 22 (49), p. 197-203.
- PISHA, B.; STAHL, S. (2005). «The promise of new learning environments for students with disabilities». *Intervention in School and Clinic*, núm. 41 (2), p. 67-75.

- ROSE, D. H.; MEYER, A. (2002). *Teaching every student in the digital age*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- SCHLOSS, P. J.; SMITH, M. A.; SCHLOSS, C. N. (2001). *Instructional methods for secondary students with learning and behavioral problems*. 3a ed. Needham Heights, Massachusetts: Allyn & Bacon.
- SCHUMM, J. S.; VAUGHN, S.; HARRIS, J. (1997). «Pyramid power for collaborative planning». *Teaching Exceptional Children*, núm. 26 (6), p. 62-66.
- SCRUGGS, T. E.; MASTROPIERI, M. A.; BAKKEN, J. P.; BRIGHAM, F. J. (1993). «Reading vs. doing: The effectiveness of textbook-based and inquiry-oriented approaches to science education». *The Journal of Special Education*, núm. 27, p. 1-15.
- SCRUGGS, T. E.; MASTROPIERI, M. A.; BOON, R. (1998). «Science for students with disabilities: A review of recent research». *Studies in Science Education*, núm. 32, p. 21-44.
- SLOCUM, T. A. (2004). «Direct instruction: The big ideas». Dins: D. J. MORAN, R. W. MALOTT (ed.). *Evidence-based educational methods*. San Diego, Califòrnia: Elsevier Academic Press.
- SMALLWOOD, T.; KURTTS, S. A. (2006). «Universally designed instruction: The wonder of what works». *Presentation for the annual meeting of the North Carolina Council for Exceptional Children*. Wilmington, Carolina del Nord.
- U. S. DEPARTMENT OF EDUCATION (2005). *Twenty-fifth annual report to Congress on the implementation of the Individuals with Disabilities Education Act*. Washington, D.C.: U.S. Department of Education.
- VAUGHN, S.; BOS, C. S.; SCHUMM, J. S. (2000). *Teaching exceptional, diverse, and at-risk students in the general education classroom*. 2a ed. Boston: Allyn & Bacon.
- ZIKE, D. (2002). *Big book of science for middle and high school*. San Antonio, Texas: Dinah-Might Adventures, LP.

La doctora **Stephanie A. Kurts** és professora agregada del Departament de Serveis d'Educació Especial de la Universitat North Carolina de Greensboro. El seu camp de recerca inclou la formació del professorat per a l'educació inclusiva, amb especial interès en la pràctica col·laborativa i l'accessibilitat al currículum general de l'alumnat amb discapacitats.

La doctora **Catherine E. Matthews** és professora del Departament de Currículum i Instrucció de la Universitat North Carolina de Greensboro. El seu camp de recerca inclou l'educació científica i l'educació ambiental a batxillerat.

Tammy Smallwood, llicenciada en Magisteri, és professora de física a les escoles del comtat de Wake, Raleigh, Carolina del Nord. El seu camp de recerca inclou l'ensenyament de ciència a l'alumnat divers de secundària i l'educació inclusiva.
