

## A természettudományi tudás/ műveltség értelmezései a nemzeti standardokban<sup>(1)</sup>

*A természettudományos nevelés rendszeresen visszatérő kérdése (Bybee, 1997a), hogy milyen a korszerű természettudományi műveltség, hogy mit kell tudnia a természettudományi műveltséggel rendelkező egyénnek a természettudományokból, a természettudományokról. A probléma jelentőségét mutatja, hogy nagyszámú tanulmány foglalkozik a természettudományi tudás/műveltség leírásával, a különböző modellek elemzésével. A világ számos országában – az angolszász területeken a kilencvenes években, Európában az ezredfordulót követően – kidolgozták a természettudományi nevelést támogató alapelveket, tantervi és/vagy értékelési követelményeket.*

A médiában és a szakmai körökben nálunk is időről időre előkerülő téma a magyar természettudományi nevelés helyzete, és különböző, a színvonalat javító elképzelések fogalmazódnak meg. Ezek a diskurzusok azonban nem szólnak arról, hogy milyen a szükséges, az elvárható tudás/műveltség. Válaszok keresése az egyik feladata az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport hazai és külföldi szakértőinek, akiket a *Diagnosztikus mérések fejlesztése* című TÁMOP pályázat keretében a természettudományok iskolai tanulását szem előtt tartó természettudományi standardok kidolgozására kértek fel. A tanulmány az előkészítő munka tapasztalatait, a tudás/műveltség-modell és követelmények fejlesztésének elméleti hátterét foglalja össze. Röviden áttekinti a különböző teoretikus alapokból kiinduló koncepciókat, az esetenként igen különböző és egyedi elvárásokat fogalmazó műveltségfelfogásokat.

### A műveltségkoncepciók főbb irányvonalai

A társadalmi és személyes relevanciával bíró tudás/műveltség leírása nem könnyű. A természettudományi műveltségnek ('scientific/science literacy') ugyanis, mint azt az összefoglaló munkák megállapítják, nincs általánosan használt meghatározása. Csaknem fél évszázad főként angolszász szakirodalmát áttekintő tanulmányok (lásd például: Aikenhead, 2007; Bybee, 1997a; Jenkins, 1994; Laugksch, 2000; Pella és mtsai, 1966; Roberts, 2007) szerint a gyakorlatban szakértők, az oktatásirányítók felfogása és a nemzetközi összehasonlító felmérések framework-jei tág értelmezési keretet fognak át. A változó formában és felfogásban kidolgozott alapelvek azonban általános tendenciákat tükröznek. Jellemző például, hogy a részleteikben különböző követelmények elméleti hátterét explicit, illetve implicit formában egy-egy teoretikus műveltségkoncepció szolgáltatja. A modellek általában többdimenziósak. Egy részük a fejlődés különböző szintjeivel, mások a fontosnak tartott összetevők, illetve a kompetenciák szerveződésével írják le a természettudományi műveltséget.

Az egyik legnagyobb hatású, leggyakrabban adaptált koncepció Bybee (1997b; B. Németh, 2008) hierarchikus fejlődésmodellje. Bybee szerint a természettudományi műveltség szerveződésének első lépése a nominális műveltség ('Nominal Scientific Literacy') megjelenése, mely a kevés jelentéssel bíró fogalmak, összefüggések és naiv elméletek nagyobb fogalmi rendszerekké kapcsolódásával funkcionálissá ('Functional Scientific Literacy') válik, és kialakul korlátozott számú, ismerős helyzetekben helyesen használható tudományos kifejezési eszközkészlet. A fejlődés következő, fogalmi, procedurális szintjét ('Procedural Scientific Literacy') elérő egyén már képes megérteni a diszciplínákat, és felismerni a tudományos eljárások tudásszerzésben és a technika fejlődésében játszott szerepét. Legvégül a sokdimenziós struktúrák szerveződnek, és kiépül a tudomány, a technika és a társadalom összefüggéseinek felfedezését lehetővé tevő sokdimenziós műveltség ('Multidimensional Procedural Scientific Literacy').

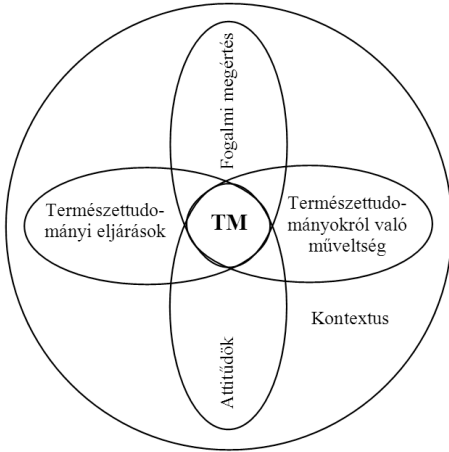
Bybee koncepciója az egyik elméleti háttere az OECD-PISA programnak (OECD, 2000, 9. o.; 2006, 23. o.; magyarul: Csapó, 2002, 19. o.; B. Németh, 2008), de hatása felfedezhető az UNESCO (2001, 21. o.) műveltség-meghatározásában is. Az UNESCO az osztálytermi tevékenységhez kapcsolódó természettudományos és technikai műveltséget nominális ('nominal STL'), funkcionális ('functional STL'), strukturális ('structural STL') és multidimenziós ('multi-dimensional STL') szintekre bontja.

Bybee fogalmi fejlődésmodellje az alapja az Egyesült Államok Nemzeti Természettudományos Nevelés Standardjainak (National Science Education Standards, NSES). 1996-ban a Nemzeti Kutatási Tanács (National Research Council, NRC) az átfogó természettudományi műveltség kialakítását, a döntéseket támogató, gazdasági termelésben való részvételt biztosító természettudományos fogalmak, az eljárások ismeretét és megértését, specifikus képességek birtoklását irányozta elő (NRC, 1996, 22. o.). A Bybee (1997b) procedurális szemlélete inspirálta definíció szerint a természettudományokban művelt egyén képes:

- kérdéseket megfogalmazni és válaszokat adni a mindennapi életben,
- a természeti eseményeket leírni, megmagyarázni és előre jelezni, valamint bizonyítékok segítségével érvelni,
- megérteni a nem tudományos sajtó tudományos közleményeit,
- részt venni a következtetések érvényességéről folyó társadalmi diskurzusokban,
- megítélni természettudományos információ értékét annak forrása és keletkezésének módja alapján (NRC, 1996).

2005-ben az NRC gyakorlati szempontok alapján súlypontokat jelölt ki a természettudományi műveltségben. A *Nemzeti Természettudományos Mérés Rendszerben* (*Systems for State Science Assessment*) megállapította, hogy a természettudományi műveltség része a természettudomány történetének, a gondolkodás természettudományos formáinak, a természettudomány társadalmi és egyéni perspektíváinak, valamint a természettudományos kezdeményezések természetének ismerete. Mérési megfontolásokat követve azonban kiemelt három, a szövetségi államok többségének standardjaiban megtalálható elemet: (1) a természettudományi ismereteket, a (2) természettudományi műveltséget mint a tudás egyik formáját, a (3) természettudományos megismerés sajátságainak megértését és alkalmazását (Wilson és Bertenthal, 2005, 38–39. o.).

Szintén többdimenziós, de a természettudományi műveltség elemeit kiemelő, azok kapcsolatát explicit formában megjelenítő modellt használ a az ausztrál *Nemzeti Értékelési Program – Természettudományos műveltség* (*National Assessment Program – Science Literacy*, NAP–SL) elméleti keretrendszere (1. ábra). Hackling és Prain (2008) a természettudományi műveltséget összetett rendszerként, a pozitív természettudományi attitűd és érdeklődés, a természettudományi eljárásokban szerzett kompetenciák, a természettudományok természetére vonatkozó ismeretek és a mindennapi életben való alkalmazást biztosító átfogó fogalmi megértés komplex struktúrájaként értelmezi.



1. ábra. Természettudományos műveltség szerkezete (Hackling és Prain, 2008, 7. o.) (TM: Természettudományos műveltség)

a természettudományokról folyó diskurzusokba,

- kétkedő legyen és kritikusan kezelje mások állításait,
- felismerje a tudományos kérdéseket, megvizsgálja azokat és tényekre alapozott következtetéseket fogalmazzon meg,
- tájékozottságon alapuló döntéseket hozzon a környezetről, saját egészségéről és jólétéről. (Hackling, Goodrum és Rennie, 2001, 7. o.; MCEETYA, 2006).

A nemzeti természettudományi standardok másik nagy csoportja a kompetenciafogalommal/modellekkel írja le a műveltséget, rögzíti a különböző – például életkorhoz kötött – tudásszinteket. Taiwanon például a kilencvenes évek végén elkészült reformtervek minden tanuló természettudományos és műszaki műveltségének kiművelését (*Scientific and Technological Literacy for All Students*), a mindennapi életben használható tudás közvetítését előíró tantervi standardjai a 2., 4., 6. és 9. évfolyamok végére elerendő szintekhez nyolc kompetencia-indikátort rendelnek (2. ábra, Chiu, 2007).

1) Műveleti képességek ('Process skill'): megfigyelés, összehasonlítás, szervezetek és összefüggések osztályozása, indukció és hatás, kommunikáció.

2) A természettudomány és a technika megismerése ('Cognition of science and technology'): az állatok és növények megismerése, jelenségek és azok változásának megfigyelése, fogalmi összefüggések megértése.

3) A természettudomány jellemzői ('Nature of science'): megfigyelés, hipotézisek tesztelése, következmények levezetése, vizsgálati eljárások megértése, természettudományos elméletek fejlődése, az univerzumot irányító szabályok ismerete.

4) A technika fejlődése ('Development of technology'): a generációs folyamatok és a technikai fejlődés megértése.

5) Természettudományos attitűdök ('Scientific attitudes'): a kutatáshoz, a felfedezéshez és a körültekintő vizsgálatokhoz való pozitív érzelmi viszony.

6) Gondolkodási formák ('Habits of thinking'): következtetés, problémamegoldás, kritikai és szintetizáló gondolkodás.

7) A természettudomány alkalmazásai ('Applications of science'): a természettudomány és a technika mindennapi életben való alkalmazásához szükséges képességek, a természettudományi ismeretek és az eszközök közötti összefüggések ismerete, kritikai képességek, döntéshozás a társadalmi eredményekről.

A nemzeti oktatási célokat (*National Goals for Schooling in the Twenty-first Century, Az iskolázás nemzeti céljai a 21. században*) követő és a természettudományok oktatásának aktuális helyzetét (Goodrum, Hackling és Rennie, 2001) szem előtt tartó, az OECD-PISA természettudományi műveltségfogalmának (OECD, 1999, 60. o.) adaptálásával fejlesztett framework a magas szintű természettudományi műveltség természettudományos kommunikációban, gondolkodásban játszott szerepére és a természettudományos érdeklődésre helyezi a hangsúlyt (Hackling és Prain, 2008, 6. o.). Definíció szerint a természettudományi műveltség segít abban, hogy az egyén:

- érdeklődjön az őt körülvevő világ iránt és megértse azt,
- bekapcsolódjon a természettudományi és

8) Tervezés és alkotás ('Design and production'): manuális készségek gyakorlása, az internet és a munkaeszközök helyes használata a termékek fejlesztésében, produktumok/termékek átalakításának képessége különböző célból.

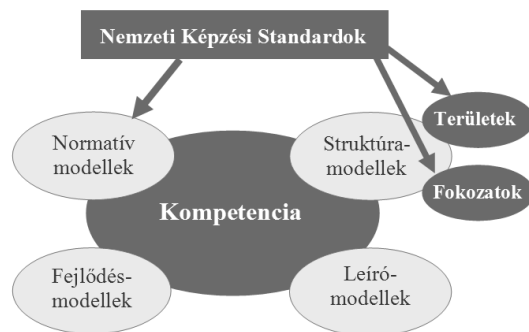


2. ábra. A természettudomány és technika tanulásának komponensei (Chiu, 2007, 310. o.)

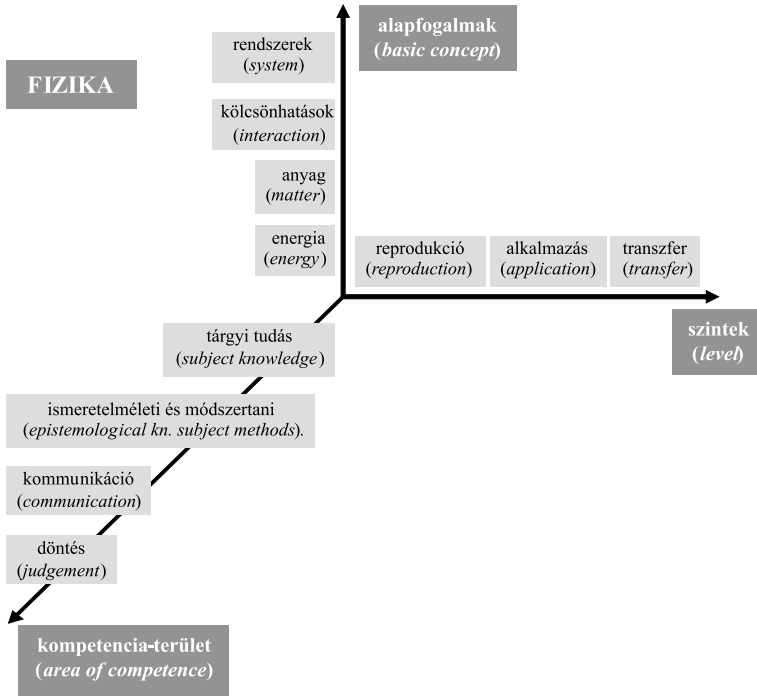
Explicit kompetenciamodell adja az elvárt tudás/műveltség minőségének mutatóit a német *Nemzeti Képzési Standardokban* (*Nationale Bildungsstandards*, NBS) (Schecker és Parchmann, 2007) is. Németországban Klieme és munkatársai Weinert (2001)<sup>2</sup> kompetencia-értelmezését használva az absztrakt oktatási célok és a tanulók által megoldandó konkrét problémák összekapcsolhatóságát szem előtt tartva jellemezték és csoportosították a természettudományi kompetenciákat, és megkülönböztettek normatív, struktúra-, fejlődés- és leíró modelleket (Klieme és mtsai, 2003; idézi Schecker és Parchmann, 2006, 47. o.; 2007). Ebben az értelmezési keretben Bybee (1997a) műveltségkonceptiója a normatív, az IEA-TIMSS-é a leíró kompetenciamodellek közé sorolható (Schecker és Parchmann, 2006, 49. és 52. o.).

Németországban az alsó középiskola (10. évfolyam, 16 éves kor) végére a biológiából, fizikából és kémiából készült *Nemzeti Képzési Standardok* (NBS) a szükséges és elégséges tudást a természettudományok oktatásának normáit és tradicionális területeit (domainjeit) magába olvasztó úgynevezett normatív kompetenciamodellel határozza meg (3. ábra). A három természettudományi tárgy (biológia, fizika, kémia) standardjai három dimenzió mentén jellemzik a 10. évfolyam végén releváns természettudományi műveltséget (4. ábra). Az elvárt képességeket négy kompetenciaterület jelöli ki: a tárgyi tudás ('subject knowledge'), az ismeretelméleti és módszertanai tudás alkalmazása ('application of

epistemological and methodological knowledge'), a kommunikáció ('communication') és a döntés, véleményalkotás ('judgement'). Az alapfogalmak dimenzió a tudás tartalmi elemeit rendezi témakörökbe: energia ('energy'), anyagok ('matter'), kölcsönhatások ('interaction') és rendszerek ('system'). Az elvárt tartalmakhoz és a kompetenciaterületekhez még a felidézés/reprodukálás ('reproduction'), az alkalmazás ('application') és a transzfer ('transfer') kompetenciaszintek valamelyikét rendeli (Schecker és Parchmann, 2007).



3. ábra. A német Nemzeti Képzési Standardok normatív struktúramodellje (Schecker és Parchmann, 2006, 48. o.)



4. ábra. A fizika háromdimenziós kompetenciamodellje a német Nemzeti Képzési Standardokban (Schecker és Parchmann, 2007, 153. o.)

A tantervi és/vagy értékelési standardok elemzése sajátos területi, kultúrához, az iskolai oktatás hagyományaihoz köthető különbségeket mutat. Az amerikai és az ausztrál műveltségkoncepciókhoz hasonló, multidiszciplináris szemlélettel főként az Európán kívüli, illetve az angol-szász országok fogalmazták meg követelményeiket. Kifejezetten komplex, a természettudományokat más diszciplínákkal (társadalomtudományokkal) ötvöző, plurális műveltség-konceptiót (Aikenhead, 2007) az izraeli standardok képviselik (Waddington, Nentwing és Schanze, 2007). A természettudományok hagyományos területeihez való kötődés inkább az európai országokra jellemző. A német és osztrák standardok három tárgyból: biológiából, fizikából és kémiából készültek (Schecker és Parchmann, 2007).

### A nemzeti műveltségkonceptiók közös vonásai

Mint a bemutatott példák jelzik és az átfogó szakirodalmi elemzések is rámutatnak, a gyakorlatban használt műveltség-konceptiók a fogalom- és a feladat-meghatározásban, a hangsúlyok kijelölésében egyediek. Az adott célokat támogató, a helyi kultúra és oktatás hagyományait követő követelmények ugyanakkor számos hasonlóságot mutatnak (Laugksch, 2000; Roberts, 2007). Széleskörű a konszenzus például abban, hogy a természettudományos műveltség sokkal több, mint az ismeretek, az értékek és a természettudományos nevelés alapvető összetevőinek integrálása.

A 'scientific literacy' fogalom megjelenése óta összefonódik a laikusok számára releváns tudás közvetítésének igényével, a „természettudomány mindenkinek” ('science for all') jelszót zászlajára tűző mozgalommal (Durant, 1994; Roberts, 2007). Így a legtöbb

fogalomhasználat definíció-szinten lényegében a mindenki által megértett/közérthető tudomány ('public understanding of science') szlogen szinonimája, annak a leírása, hogy mit kell tudni általában a természettudományosan művelt embernek a természettudományokból, a természettudományokról (*Durant, 1994*).

Általánosan megfogalmazott elvárás a megértés, a közvetített és elsajátított természettudományi tudás hétköznapiakban való használhatósága. Széleskörben deklarált követelmény az alapvető fogalmak, a természettudomány történetének, szerepének, eszközeinek, módszereinek ismerete, valamint a pozitív természettudományi attitűd kialakítása. Az UNESCO (2001) például a természettudományos és technikai műveltséget a természettudományos kommunikáció, a gyakorlatban előforduló fogalmak megértésében, helyes értelmezésében és használatban, továbbá a természettudomány történetének és jellemzőinek, a természettudomány és a társadalom közötti interakciók ismeretében, a természettudomány és a technika iránti érdeklődésben határozza meg.

A természettudományos nevelést támogató követelmények neveléstudományi kutatások eredményeit felhasználva a kor elvárásait közvetítő közös elemekből építkeznek. Eltérő hangsúlyokkal, de ugyanazokat a alapkritériumokat jelölik ki:

- a tudás tartalmát (a releváns tények, fogalmak, eljárások, módszerek ismeretét),
- az intellektuális folyamatokat (a gondolkodás és a megértés tudományos formáit),
- az értékeket, a természettudományok jellemzőinek, céljainak, korlátainak, felismerését,
- a kontextusokat (például egyéni, társadalmi, történeti, kulturális, globális), melyekben elvárható a tudás alkalmazása és
- a természettudományok iránti érdeklődést és attitűdöket (*Hur, 2003*).

A pedagógiai értékelési keretekben megjelenő műveltségkép elemeit a kutatás alapú tanulás szempontjából összefoglalva két fontos következtetés tehető. Egyrészt megállapítható, hogy a világban sokféle a természettudományi nevelést támogató tantervi/értékelési keretrendszert használnak. Ugyanakkor a különbségek mellett a szakmai kommunikációt nehezítő sokszínűségben közös pontok és szabályszerűségek azonosíthatók. A hazai fejlesztő munka feladata korszerű, mindenki, nemcsak a természettudományi pályára készülőek számára releváns természettudományi műveltség átadását segítő természettudományi műveltségmodell kialakítása. Olyan követelmények kidolgozása, amelyek a nemzetközi tapasztalatok és a tudományos kutatások eredményeinek felhasználásával a hazai oktatás pozitív, elméletigényes hagyományaira építenek.

Más szempontból azt kell kiemelni, hogy az értékelési keretek műveltségességénél sem az újfajta műveltségkonceptióra épülő tesztekre trenírozás, sem pedig az ismeretek nagy mennyiségével jellemezhető, gyakran hagyományosnak nevezett osztálytermi módszerek nem támogatják. A rendszerszintű mérések példája is megerősíti, hogy az újszerű, gyakran nyílt kérdések formájában megfogalmazott problémák „gyakoroltatása” legfőbb a tesztszorongás leküzdésére és némi tesztrutin megszerzésére alkalmas.

A természettudományos nevelés színvonalának javításához elengedhetetlen lesz a műveltség eddig kevésbé hangsúlyozott elemeinek átadását segítő módszerek kidolgozása. A korszerű természettudományi műveltség a gyorsan változó világunk feladatainak, komplex problémáinak megoldásához szükséges transzferálható, rugalmas (adaptív) tudás. A legújabb elméleti modellek és empirikus bizonyítékok (lásd: *High Level Group on Science Education, 2007*) egyaránt arra mutatnak, hogy az ilyen tudás kialakításában meghatározó szerepet játszhatnak a kutatásalapú tanítási módszerek.

## Jegyzet

(1) A tanulmány az MTA-SZTE Képességkutató Csoport, a *Diagnosztikus mérések fejlesztése* című 3.1.9-08/1-2009-0001 kódjelű TÁMOP pályázat és a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe) támogatásával készült.

(2) *Weinert* az OECD-PISA fogalmai rendszerének megalapozója, az OECD-DeSeCo programban a kulcskompetenciák egyik kidolgozója (*Weinert*, 1999, 2001).

## Irodalom

Aikenhead, G., S. (2007): *Expanding the Research Agenda for Scientific Literacy*. Paper presented to the "Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction". Uppsala University, Uppsala, Sweden, 28–29 May 2007. <http://www-conference.slu.se/lslsymposium/speakers/AikenheadPO.pdf>

B. Németh Mária (2008): Természettudományos műveltség koncepciók. *Iskolakultúra*, **18**. 7–8. sz. 3–19.

Bybee, R. W. (1997a). Toward an understanding of scientific literacy. In: Gräber, W. és Bolte, C. (szerk.): *Scientific literacy*. IPN, Kiel. 37–68.

Bybee, R. W. (1997b): *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heidemann, Portsmouth, NH.

Chiu, Mei-Hung (2007): Standards for science education in Taiwan. In: Waddington, D., Nentwig, P. és Schanze, S. (szerk.): *Standards in science education*. Waxmann, Münster. 303–346.

Csapó Benő (2002, szerk.): *Az iskolai műveltség*. 2. kiadás. Osiris Kiadó, Budapest.

DeBoer, G. E. (2000): Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, **6**. sz. 582–601.

Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, **2**. sz. 83–89.

Goodrum, D., Hackling, M. és Rennie, L. (2001): *The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools: A research report*. Department of Education, Training and Youth Affairs, Canberra. <http://www.detya.gov.au/schools/publications/index.htm>

Hackling, M. W. és Prain, V. (2008). *Research Report 15: Impact of Primary Connections on students' science processes, literacies of science and attitudes towards science*. Australian Academy of Science, Canberra. <http://www.science.org.au/primaryconnections/irr-15.pdf>

Hackling, M. W., Goodrum, D. és Rennie, L. (2001): The state of science in Australian secondary schools. *Australian Science Teachers Journal*, **47**. 4. sz. 6–17.

High Level Group on Science Education (2007): *Science education now: a renewed pedagogy for the*

*future of Europe*. European Commission. 2010. 11. 25-i megtekintés, [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

Hur, S. J. (2003): What is Scientific Literacy? In: *A Teacher's Guide for Using Web-Based Resources in the Science Classroom. Chapter 1*. 2007. júniusi megtekintés, [www.ioncmaste.ca](http://www.ioncmaste.ca).

Jenkins, E., W. (1994): Scientific literacy. In: Husen, T. és Postlethwait, T. N. (szerk.): *The international encyclopedia of education*. IX. Pergamon Press, Oxford, UK. 5345–5350.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. és Vollmer, H. J. (2003): *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn.

Laugksch, R. C. (2000): Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, **84**. 1. sz. 71–94. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.1152&rep=rep1&type=pdf>

MCEETYA (Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs) (2006): *National Assessment Program – Science Literacy Year 6 Technical Report*. 2010. 11. 25-i megtekintés, [http://www.mceecdy.edu.au/verve/\\_resources/NAP\\_SL\\_2006\\_Technical\\_Report.pdf](http://www.mceecdy.edu.au/verve/_resources/NAP_SL_2006_Technical_Report.pdf)

National Research Council (NRC) (1996): *National science education standards*. National Academy Press, Washington D.C. 2010. 01. 10-i megtekintés, <http://www.nap.edu/readingroom/books/nse>

OECD (1999): *Measuring Student Knowledge and Skills*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

OECD (2000): *Measuring student knowledge and skills. The PISA 2000 Assessment of reading, mathematical and scientific literacy. Education and Skills*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

OECD (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy A Framework for PISA 2006*. OECD Publications, Paris. [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

Pella, M. O., O'Hearn, G. T. és Gale, C. W. (1966): Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, **4**. sz. 199–208.

Roberts, D. A. (2007): Scientific literacy / Science literacy. In: Abell, S. K. és Lederman, N. G. (szerk.):

*Handbook of Research on Science Education*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ. 729–780.

Schecker, H. és Parchmann, I. (2006): Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik Naturwissenschaften*, **12**. 45–66. 2010. 11. 25-i megtekintés, [http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/003\\_12.pdf](http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/003_12.pdf)

Schecker, H. és Parchmann, I. (2007): Standards and competence models: The German situation. In: Waddington, D., Nentwing, P. és Schanze, S. (szerk.): *Making in comparable Standards in science education*. Waxmann, Münster. 147–164.

Shamos, M. H. (1995): *The myth of scientific literacy*. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.

UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation) (2001): *The Training of Trainers Manual For Promoting Scientific and Technological Literacy for All*. UNESCO, Bangkok. 2010. 11. 25-i megtekintés, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001230/123077e.pdf>

Waddington, D., Nentwing, P. és Schanze, S. (2007, szerk.): *Making in comparable Standards in science education*. Waxmann, Münster.

Weinert, F. E. (1999): *Concepts of Competence: Definition and Selection of Competencies*. Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo).

Wilson, M. R. és Bertenthal, M. W. (2005, szerk.): *Systems for State Science Assessment*. National Academies Press, Washington.

*A tanulmány a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe) projekt támogatásával készült (GA 244 380).*



A Gondolat Kiadó könyveiből