

EGY KÉMIATANÍTÁSBAN HASZNÁLHATÓ TÉRSZEMLELETI TESZT HAZAI ADAPTÁCIÓJA

Tóth Zoltán, Kiss Edina* és Hans-Dieter Barke^o

**Debreceni Egyetem, Természettudományi Kar, Kémia Szakmódszertani Részleg*

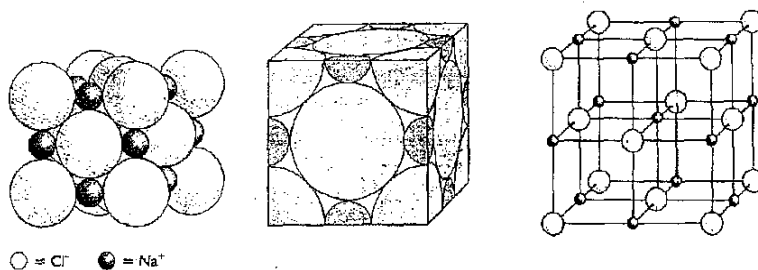
^o*Münsteri Egyetem, Kémiai Didaktika Tanszék, Münster, Németország*

A kémia az anyagok tulajdonságait és átalakulásait három szinten tárgyalja, értelmezi (Tóth, 2000, 2002a, 2002b): (1) az érzékelhető valóság szintjén (makroszinten); (2) az anyagot felépítő, szemmel nem látható részecskék (atomok, molekulák, ionok) szintjén (szubmikroszinten); és (3) a kémia sajátos szimbólumrendszerének (vegyjelek, képletek, reakcióegyenletek, kémiai mennyiségek) felhasználásával (szimbólumszinten). Ez a háromszintű tárgyalásmód különösen sok problémát okoz a kémia tanításában és tanulásában amennyiben a makro- és a szubmikroszintű értelmezés különbözik egymástól (Brosnan, 1999; Tóth, 2002a, 2002b), vagy azt a pedagógiai baklövést követjük el, hogy a három szintet egyszerre tanítjuk (Johnstone, 2000; Tóth, 2000, 2002a). A legnagyobb baj azonban – ahogy erre Gabel (1999) utal cikkében –, hogy a „modern” kémiaoktatás a makroszintű tulajdonságokat és jelenségeket elsősorban a legelvontabb szinten, a szimbólumok szintjén próbálja tárgyalni és értelmezni. Barke (1997) szerint a makroszintű tárgyalást a szubmikroszintű értelmezésnek kell követni, és csak ebből kiindulva térhetünk át a szimbólumok szintjére. Szerinte a különböző szerkezeti modellek, mint közvetítők szerepelnek a makroszint és a szimbólumszint között (1. táblázat).

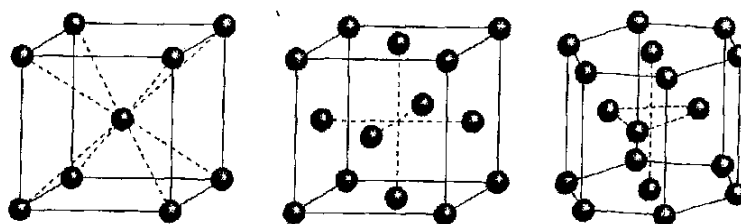
1. táblázat. A szerkezeti modellek, mint közvetítők a makroszint és a szimbólumszint között (Barke, 1997. 379. o.)

MAKROSZINT ↓ SZUBMIKROSZINT <i>Szerkezeti modellek</i> ↓ SZIMBÓLUMSZINT <i>Kémiai szimbólumok</i>	Az anyag és tulajdonságai ↓ Az anyag szerkezeti modellje, a szerkezet legkisebb egységei ↓ A legkisebb szerkezeti egység szimbóluma, a kémiai képlet	Az anyag átalakulásai ↓ Az anyag szerkezeti modellje az átalakulás előtt és után ↓ Szerkezeti képlettel, majd kémiai képlettel felírt reakció- egyenlet
--	--	--

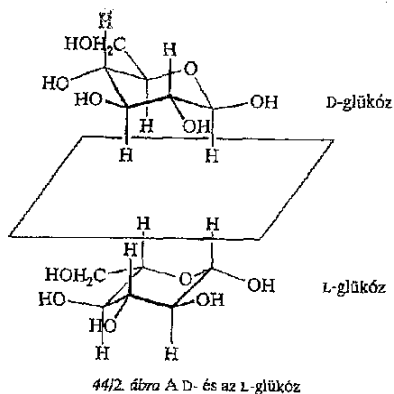
A kémiában leggyakrabban használt szerkezeti modellek a kristályrács-modellek és a molekulamodellek (Mojzes, 1984). Ezek rajzaival és fényképeivel gyakran találkozhatunk a kémiatanönyvekben. (Egy ilyen összeállítás látható az 1. ábrán.)



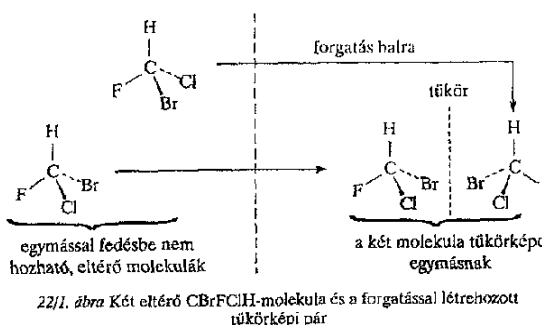
72. ábra. A konyhasó kristályrácsa



16/2. ábra Térközepes, szabályos lapközepes és hexagonális rács



44/2. ábra A D- és az L-glükóz



1. ábra

Néhány példa a kémia tankönyvekben található szerkezeti modellekre

A térbeli modellek és különösen síkbeli reprezentációjuk helyes értelmezése megfelelő szintű térszemléletet igényel a tanulóktól. A közismereti kémia tanítása általában 12-16 éves kor között történik. Irodalmi adatok (Kárpáti, 2002, 2003; Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002) bizonyítják, hogy ebben a korban még fejleszhető a tanulók térszemlélete. A kémia eredményes tanulásához szükséges térszemléletet, a térbeli alakzatok kétdimenziós reprezentációjának helyes értelmezését elsősorban gondosan megtervezett modellezési feladatokkal fejleszhetjük. Ezt támasztják alá Kárpáti Andrea és munkatársai vizsgálatai is, akik azt találták, hogy „a leghatásosabb fejlesztő eljárások mindegyike valós tér-

ben végzett művelet: plasztika, modellezés, tárgyalás” (Kárpáti, 2003. 103. o.). Eredményt csak a következő lépésekből álló modellezési gyakorlatoktól remélhetünk: 1. modellépítés leírás alapján; 2. ábrarajzolás modell alapján; 3. modellépítés ábra alapján; 4. ábrarajzolás ábra alapján (Mojzes, 1984).

Ilyen jellegű és célzatú modellezési feladatok a magyar kémiaoktatásban ismertek (Soltész, 1988-2003). Ezek elsősorban szerves vegyületek (cukrok, ciklikus szénhidrogének) molekulamodelleire épülnek. Bár a modellezési gyakorlatok során gyakran számoltak be a – többnyire egyetemista korosztályhoz tartozó – résztvevők eredményességének lényeges javulásáról (Kiss és Németh, 2002; Kiss és Soltész, 2000; Németh és Soltész, 2002; Németh, Kiss és Soltész, 2002; Soltész, 2003; Soltész és Kiss, 2000), megfelelő mérőeszköz híján ez nem bizonyítja a térszemlélet fejlődését, legfeljebb a hasonló típusú modellezési feladatok megoldásában való jártasságot minősíti.

A kémia eredményes tanulásához tehát megfelelően fejlett térszemlélet szükséges. Ennek szintjét, illetve a fejlesztési gyakorlatok eredményességét csak alkalmas mérőeszköz birtokában ellenőrizhetjük. *Munkánk célja egy olyan térszemléleti teszt kiválasztása volt, amely alkalmas a kémia tanulásához szükséges térszemlélet mérésére.*

A térszemlélet fogalmáról, összetevőiről és mérésének lehetőségeiről részletes magyar nyelvű tanulmányok (Kárpáti, 2002, 2003; Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002) állnak rendelkezésünkre, ezért itt csak a számunkra legfontosabb ismereteket foglaljuk össze.

Térszemléleten vagy más néven térbeli képességen „két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információk tárgyak és viszonylatok megértésének és problémák megoldására való felhasználásának képességét értjük” (Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 19. o.). Az első térszemléletet mérő papír-ceruza tesztet 1915-ben publikálták, és azóta számos tesztet fejlesztettek ki a térszemlélet különböző komponenseinek mérésére (lásd pl. Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 29–30. o.). Ezek között találunk mind térbeli orientációt (kocka összehasonlítás, kártyaforgatás), mind vizualizációt (forma összeillesztés, papírhajtogatás, felületkialakítás) mérő teszteket.

Magyarországon Kárpáti Andrea, Gulyás János és Séra László dolgoztak ki egy térszemléletet mérő tesztet az elmúlt tíz évben (Kárpáti, 2002, 2003; Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002). A tesztfeladatok kidolgozásánál a térszemlélet két képességfaktorát, a felismerést és a manipulációt feltételezték (Kárpáti, 2002. 103. o.). A tesztek elsősorban az alap- és középfokú rajzpedagógiai témakörökhöz és a geometriai tananyaghoz kapcsolódó feladatokat tartalmaztak (Kárpáti, 2003. 101. o.). A bemért feladatokból álló feladatbankot két korcsoport, hetedik osztályosok és tizenegyedik osztályosok számára állították össze.

Szintén az elmúlt évtizedben jelent meg a nemzetközi kémiadidaktikai szakirodalomban egy kémiailag tartalmú feladatokat is tartalmazó térszemléleti teszt, az úgynevezett Barke-féle teszt (Barke és Kuhrke, 1992). Ennek a tesztnek az itemjei elsősorban a képzési munkát, a manipulációt mérik, melynek kitüntetett szerepe van a kémiában használatos térszerkezeti modellekkel való műveletekben. A Kárpáti Andrea és munkatársai által kidolgozott tesztekkel ellentétben Barke ugyanazokat a feladatokat használta különböző korosztályhoz (7–12. évfolyamhoz) tartozó tanulók térszemléletének mérésére. A kémiailag tartalom, a különböző korú tanulóakra alkalmazható itemek, valamint a főleg manipulációs képességet (más térszemléleti modellek terminológiájában: a vizualizációt)

mérő feladatok miatt választásunk erre a tesztre esett. Ennek a tesztnek az alkalmazása ráadásul lehetőséget nyújt arra is, hogy eredményeinket összevegyük külföldi mérések eredményeivel.

Mivel a tesztnek csak egy angol nyelvű változata állt rendelkezésünkre, ezért először lefordítottuk magyarrá, majd próbamérések során ellenőriztük a teszt használhatóságát különböző korú magyar tanulók körében.

Ebben a közleményben

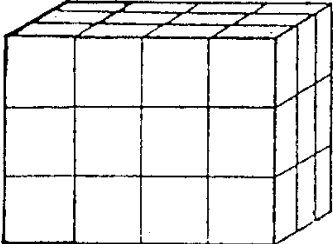
- 1) bemutatjuk a *Barke*-féle térszemléleti tesztet;
- 2) összefoglaljuk a nemzetközi szakirodalomban a teszt felhasználásával kapcsolatos eredményeket;
- 3) ismertetjük a teszt hazai adaptációjával kapcsolatos tapasztalatainkat; és végül
- 4) megfogalmazzuk a teszt továbbfejlesztésére vonatkozó javaslatainkat.

A *Barke*-féle térszemléleti teszt

A *Barke* által kifejlesztett térszemléleti teszt első változata gömbökkel és különböző poliéderekkel kapcsolatos feladatokat tartalmazott (*Barke*, 1978). Később a pusztán matematikai jellegű feladatok egy részét kémiai szerkezetmodellekkel kapcsolatos itemekre cserélte ki a szerző (*Barke* és *Kuhrke*, 1992). Több éves fejlesztő munka eredményeként született meg a teszt ma használatos (és általunk is használt) változata.

A teszt öt résztesztből áll. Minden egyes résztesztet egy rövid elméleti rész és két gyakorló feladat vezet be. Ezután következnek a tulajdonképpeni itemek, résztesztenként 8-8 darab. A feladatok valamennyi esetben tartalmazzák egy-egy térbeli alakzat rajzát. A megoldó feladata, hogy a látható kép alapján elképzelje a térbeli alakzatot, és azon végezzen bizonyos műveleteket (az alakzatot felépítő egységek számolása, az egységek egymáshoz viszonyított helyzetének vizsgálata; az alakzat tükrözése, tengely körüli forgatása; az alakzat háromdimenziós mozgásával újabb térbeli alakzatok létrehozása). Valamennyi item zárt végű, egyszerű feleletválasztásos. A válaszlapon szereplő hat lehetőség közül kell az egyetlen helyes választ megjelölni. A teszt kidolgozásának szigorú időbeni menetrendje van. Valamennyi részteszt bevezető elméleti részének és próbafeladatának áttanulmányozására két-két perc, az első részteszt nyolc feladatára négy perc, a további résztesztek ugyancsak nyolc-nyolc feladatára hét-hét perc áll a megoldó rendelkezésére. (A tesztfelvétel teljes időigénye tehát 42 perc.) Továbblépni (a tesztben előre lapozni) csak a tesztfelvételt vezető jelzésére lehet és kell, menetközben vagy a végén visszalapozni nem szabad.

Az első részteszt a „*Kockarendezés*”. A részteszt elméleti bevezetője a következő: „Az anyag szerkezetét és a részecskék elrendeződését a szerkezeti modellek mutatják be. Ezen az oldalon kockákat fog látni az anyag legkisebb részecskéinek modelljeként. Ezekben a feladatokban meg kell számolnia a modell rajzán a kockákat. A legtöbb esetben nem látható minden kocka, a probléma megoldásához önnek kell azokat a rajzhoz gondolatban hozzáképzelnie.” Az első résztesztből mutat három itemet (a válaszlapon vonatkozó részével együtt) a 2. ábra.



1.5. Hány kockának látszik egy oldallapja kívülről?

1.6. Hány kockának látja két oldallapját kívülről?

1.7. Hány kocka helyezkedik el úgy, a kocka építmény belsejében, hogy azt kívülről egyáltalán nem látjuk.

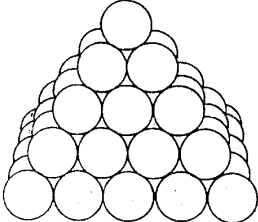
Válaszlehetőségek (*a helyes válasz):

1.5.	4	6	8	10*	16	20
1.6.	4	6	8	10	16*	20
1.7.	1	2*	6	12	15	60

2. ábra

A „Kockarendezés” részteszt három feladata és a helyes válaszok

A második részteszt címe: „Gömbrendezés”. Részlet az elméleti bevezetőből: „Az anyag szerkezetét és a részecskék elrendeződését a szerkezeti modellek mutatják be. Ezen az oldalon az anyag legkisebb részecskéit gömbökkel modelleztük. Ezekben a feladatokban meg kell számolnia a modell rajzán a gömböket. A legtöbb esetben nem látható minden gömb, a probléma megoldásához önnek kell azokat a rajzhoz gondolatban hozzáképzelnie.” A második résztesztből láthatunk három példát (a válaszlehetőségekkel és a helyes válasszal együtt) a 3. ábrán.



2.5. Hány gömböt tartalmaz ez az egység?

2.6. Hány olyan gömb található az egység belsejében, mely kívülről egyáltalán nem látható?

2.7. Hány másik gömbbel érintkezik egy gömb az egység belsejében?

Válaszlehetőségek (*a helyes válasz):

2.5.	30	36	50	55*	56	64
2.6.	3	4	5*	6	7	8
2.7.	6	8	10	12*	14	16

3. ábra

A „Gömbrendezés” részteszt három feladata és a helyes válaszok

A harmadik részteszt a „Gömbrétegek egymásra helyezése”. „Ezekben a feladatokban gömbrétegeket lát lerajzolva. Képzeltben helyezze egymásra ezeket a rétegeket és próbálja meg elképzelni az eredményt, valamint az egyes gömbök helyzetét az egységben.” Ilyen jellegű feladatokra láthatunk példát a 4. ábrán.

Az I, II és III. rétegeket rakjuk egymásra oly módon, hogy a K_1 gömb kerüljön az, L_1 üregbe, a K_2 az L_2 -be.

3.3. Összesen hány gömb fekszik az elképzelt egység belsejében?

3.4. Hány másik gömbbel érintkezik a K_3 gömb?

3.5. Hány gömb veszi körbe az L_2 -es üreget az egység belsejében?

Válaszlehetőségek (*a helyes válasz):

3.3.	2	4	6	9*	12	14
3.4.	2	4	6	9	12*	14
3.5.	2	4	6*	9	12	14

4. ábra

A „Gömbretek egymásra helyezése” részteszt három feladata és a helyes válaszok

A negyedik és az ötödik résztesztben kémiai jellegű problémákat kell megoldani. A negyedik részteszt címe: „Számolás elemi cellából”. Az elméleti bevezető szerint: „A kémiában a kristályok szerkezetét az elemi cella segítségével írjuk le. Egy elemi cella felhasználásával az egész kristályt felépíthetjük, ha azt térben három megfelelő irányba mozgatjuk és elképzeljük az összes egymás mellé helyezett cella közötti kapcsolatot.” A nátrium-klorid (NaCl) kristályrácsának elemi cellájával kapcsolatos feladatokat láthatjuk az 5. ábrán.

A következő elemi cella a nátrium és klór részecskék elhelyezkedését mutatja be a nátrium-klorid kristályrácsában.

4.5. Hány darab egész klór gömböt tartalmaz az elemi cella, ha minden részt összeillesztünk?

4.6. Hány nátrium negyed gömböt tartalmaz az elemi cella?

4.7. Hány darab teljes nátrium gömböt tartalmaz az elemi cella, ha minden részt összeillesztünk? Figyelem! A cella közepében egy teljes nátrium gömböt talál.

Válaszlehetőségek (*a helyes válasz):

4.5.	2	4*	6	8	12	14
4.6.	2	4	6	8	12*	14
4.7.	1	2	3	4*	6	8

5. ábra

A „Számolás elemi cellából” részteszt három feladata és a helyes válaszok

Az ötödik részteszt a „Modellek tükrözése és forgatása”. „A molekulákban az atomok elhelyezkedését a molekulamodellek mutatják be. A molekulák nagyon gyakran szimmetrikus felépítésűek, így átalakíthatók más molekulákká egy síktükörben való tükrözéssel vagy egy megfelelő szimmetriatengely mentén való elforgatással.” A 6. ábra egy tet-

raéderes szimmetriájú molekula (a tejsav-molekula) tükrözésével kapcsolatos feladatokat mutatja be.

5.3. Hová kerül az OH szimbólum a bal oldali modell tükrözése után (azonos tetraéderes szögeket feltételezve)?

5.4. Hová kerül a HO szimbólum egy 120°-os forgatás majd egy ezt követő tükrözés után? (A forgatást a COOH-C tengely mentén hajtjuk végre felülről nézve az óramutató járásával megegyező irányban?)

5.5. Hová kerül a COOH szimbólum egy 120°-os forgatás és egy azt követő tükrözés után? (A forgatást tengelye az OH-C kötés, irány az óramutató járásával megegyezik a bal oldalon lévő OH irányából nézve.)

Válaszlehetőségek (*a helyes válasz):

5.3.	1	2*	3	4	5	6
5.4.	1	2	3	4*	5	6
5.5.	1	2	3*	4	5	6

6. ábra

A „Modellek tükrözése és forgatása” részteszt három feladata, és a helyes válaszok

A Barke-féle térszemléleti teszt felhasználásával kapcsolatos irodalmi adatok

Az irodalmi eredmények összefoglalása előtt szükséges megjegyeznünk, hogy a most következő vizsgálatokban a minta kiválasztása általában egy-egy iskolára, sokszor néhány osztályra korlátozódott, tehát egyáltalán nem tekinthető reprezentatívnak.

A térszemlélet és az életkor kapcsolata

A térszemlélet és az életkor kapcsolatának vizsgálatát célozták azok a kutatások, amelyek során párhuzamosan vizsgálták hetedik (N=125), nyolcadik (N=71) és kilencedik osztályos (N=59) német diákok térszemléletét és IQ-ját (Barke, 1978, 1993). A kapott eredmények szerint az egyes évfolyamok térszemléleti teszten elért átlageredményei (27,3%, 30,0%, illetve 36,9%) egyre nőttek. Különösen nagy fejlődés volt megfigyelhető a nyolcadik és a kilencedik évfolyam között. A lányok teljesítménye valamennyi évfolyamon a fiúké alatt maradt. A térszemléleti teszten elért eredmény és az IQ között csak nyolcadik és kilencedik osztályban volt szignifikáns korreláció, és ez a fiúk esetén erősebbnek bizonyult, mint a lányoknál.

Egy későbbi, 7–12. osztályos német (N=762) és etióp tanulókkal (N=743) végzett vizsgálat is megerősítette, hogy a két eltérő kultúrában, különböző iskolatípusokban különböző mértékben ugyan, de a tanulók térszemlélete egyértelmű fejlődést mutatott az életkorral (Barke és Engida, 2001).

Ezek az eredmények az jelzik, hogy hetedik osztályban a tanulók többségétől még nem várható el, hogy tankönyvi ábrák alapján helyes képet alkosson különböző térbeli szerkezetekről. Nyolcadik és kilencedik osztályban a térszemlélet az intelligenciával párhuzamosan fejlődik. Minthogy a tanulók többsége ebben az életkorban még a konkrét gondolkodási műveletek szintjén van, ezért az anyagi halmazok és a molekulák térszerkezetét modellezéssel, modellépítéssel célszerű tanítani, és csak fokozatosan lehet áttérni a térszerkezeti modellek kétdimenziós ábráinak használatára.

A térszemlélet fejlesztése szerkezeti modellekkel

Nem vezettek egyértelmű eredményre azok a kutatások, amelyek arra a kérdésre keresték a választ, hogy vajon a térszerkezeti modellek használatával fejleszthető-e a tanulók térszemlélete.

Az egyik vizsgálatba nyolcadik osztályos német diákokat (N=71) vontak be. A diákokból három csoportot (egy-egy osztály) képeztek (Barke, 1982, 1983, 1993). A kísérleti csoport a számukra kidolgozott négyhónapos tanítási program elején és végén írta meg ugyanazt a térszemléleti tesztet. Az egyik kontrollcsoport térszemléletét a négyhónapos, hagyományos tanítási program előtt és után, a másik kontrollcsoportét pedig csak a négyhónapos, hagyományos tanítási program után mérték. A tanítási program valamennyi csoport esetén a kémiai képlet volt, azonban a kísérleti csoport a kémiai képlet megállapításához minden esetben szerkezeti modelleket és 3D-sztereoképeket használt.

A kutatás a következő eredménnyel zárult: A tanulás során szerkezeti modelleket használó kísérleti csoport mindkét kontrollcsoportnál jobb teljesítményt ért el a térszemléleti tesztben. Az első kontrollcsoport teljesítménye szignifikánsan jobb volt, mint azé a kontrollcsoporté, amelyik nem írt tesztet a tanítási program elején. Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy a kísérleti csoport teljesítményének növekedése nemcsak annak következménye, hogy a tanulók már ismerték a tesztet, illetve a tudásuk gyarapodott, hanem a szerkezeti modellekkel való munka fejlesztette térszemléletüket is.

Ugyanakkor egy későbbi, tantárgyi tesztel, attitűdvizsgálattal és interjúval kibővített kutatás során egy három hónapos, szerkezeti modelleken alapuló tanítás növelte ugyan a kísérleti csoport (két osztály) tantárgyi tesztben elért eredményét, valamint a tanulók kémiával kapcsolatos attitűdjét, de érdemben nem fejlesztette a térszemléletet a kontrollcsoportéhoz (2 osztály) képest (Barke és Wirbs, 2002). Ezt a szerzők úgy magyarázzák, hogy egy három hónapos tanítási program nem elegendő a térlátás fejlesztéséhez.

A fiúk és a lányok térszemlélete, a lányok térszemléletének fejlesztése

Valamennyi, a Barke-féle térszemléleti tesztel végzett kutatás során azt találták, hogy a lányok térszemlélete nem éri el a hasonló korú fiúkéét. A térszemlélet fejlesztési vizsgálatok pedig azt a meglepő eredményt hozták (Barke, 1982, 1983, 1993), hogy a szerkezeti modellekkel végzett manipuláció a lányok térszemléletét nem fejlesztette. Egy, az előzőhöz hasonló, de csak lányok részvételével megvalósított fejlesztési kísérlet eredménye azonban bizonyította, hogy modellezéssel a lányok térszemlélete is fejleszthető. A tanítás során tehát figyelni kell arra, hogy az osztályban, kiscsoportokban meg-

valósított tanulói modellezések során a fiúk tevékenysége dominál, és általában nem hagyják, hogy a lányok is aktív részesei legyenek a modellekkel való munkálatoknak.

A fiúk lányokénál fejlettebb térszemléletének különböző okai lehetnek. A két különböző kultúrában (Németországban és Etiópiában) végzett *Barke*-féle vizsgálat (*Barke és Engida, 2001*) a gyerekkori játékok különbözőségének jelentőségére hívja fel a figyelmet. Míg a német iskolások körében – iskolatípustól függetlenül –, valamint az elit számára elérhető etióp magániskolákban tanulók közül mindig a fiúk értek el jobb teljesítményt a lányokhoz képest, addig az állami iskolába járó, szegény etióp diákok körében nem volt kimutatható különbség a fiúk és a lányok térszemléletében. A szerzők szerint ennek az a magyarázata, hogy a nyugati típusú kultúrákban a gyerekeknek számos játéka van, és a fiúk és a lányok kedvenc játékaikban különböznek egymástól. A nyugati kultúrákhoz hasonló a helyzet a gazdag etióp családok gyermekeinél is: a szülők anyagi helyzetüknél fogva meg tudják venni azokat a játékokat gyerekeiknek, amelyek a nyugati kultúrában divatosak. Ezzel szemben a szegény családok gyermekei játék helyett a ház körüli teendőkben tevékenykednek, és ez nem teszi lehetővé, hogy a fiúk és a lányok térszemlélete egymástól eltérően fejlődjen.

Az iskolai oktatás hatása a térszemléletre

A Németországban és Etiópiában különböző iskolatípusban tanuló diákok körében végzett vizsgálat során kiderült, hogy a tanulók térszemlélete évfolyamról évfolyamra fejlődik, és valamennyi iskolatípus esetén megfigyelhető egy ugrásszerű fejlődés is (*Barke és Engida, 2001*). Ez az ugrás a német gimnazisták esetén a kilencedik és a tizedik, az egyéb német középiskolások és az elit iskolában tanuló etióp diákok esetén pedig a tizedik és a tizenegyedik évfolyamok között észlelhető. A tantervek elemzése azt mutatta, hogy ezeken az évfolyamokon (a kilencedik, illetve a tizedik évfolyamon) a matematika, a fizika és a kémia tananyaga különösen sok olyan részt tartalmaz, amely hozzájárulhat a térszemlélet fejlesztéséhez. (Ugyanakkor a szerzők megjegyzik, hogy ez egyelőre csak munkahipotézis, igazolása további vizsgálatokat igényel.)

Az eltérő kultúra hatása a térszemléletre

Az eddigiekben már szót ejtettünk annak a kutatásnak néhány eredményéről, amelynek során két különböző iskolatípusban tanuló 7–12. évfolyamos diákok térszemléletét hasonlították össze Németországban és Etiópiában a *Barke*-féle térszemléleti teszt segítségével (*Barke és Engida, 2001*). A vizsgálatok azt mutatják, hogy a két különböző kultúrában kapott eltérő térszemléleti mutatók elsődleges oka a két ország életszínvonalának nagymértékű különbözősége.

A Barke-féle térszemléleti teszt hazai adaptációjával kapcsolatos eredmények

A teszt angol nyelvű változatát 2003. nyarán fordítottuk le magyarra. A kémiai szempontból előzetesen lektorált változatot használtuk próbaméréseinkhez, amelyeket két, egymástól korösszetételben különböző mintán végeztünk el.

A felmérés célja

A teszt kipróbálásának, a két mintán elvégzett felmérésnek a következő céljai voltak:

- 1) Az alapvető tesztparaméterek meghatározása, összevetése más térszemléleti tesztek paramétereivel, illetve más mintákon kapott paraméterekkel.
- 2) A térszemlélet fejlettségét befolyásoló legfontosabb tényezők (pl. kor, nem) vizsgálata, illetve összevetése korábbi tapasztalatokkal.
- 3) A térszemléleti feladatok megoldása során alkalmazott stratégiák és háttértudás felderítése.

A tesztfelvétel körülményei

A tesztet két mintán próbáltuk ki. Az *1. minta* a Debreceni Egyetem Természettudományi Karának kémia- és nem kémia szakos hallgatóiból, összesen 81 főből állt. A mérést 2003. őszén végeztük. A *2. minta* a Sárospataki Református Kollégium Gimnáziumának 7–12. osztályos tanulóiból, összesen 228 diákból állt. A tesztfelvétel 2004. tavaszán történt. Háttérváltozóként a felmérésben résztvevők korát, nemét, szakját/osztályát, a középiskolások esetén a félévi matematika és kémia osztályzatát rögzítettük. A minták összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

A térszemléleti teszt szerkezetét, a feladatokat és a válaszlehetőségeket, a tesztfelvétel időtartamát és módját „*A Barke-féle térszemléleti teszt*” című fejezetben mutattuk be.

2. táblázat. A térszemléleti teszt hazai kipróbálásában résztvevők

	<i>Férfi</i>	<i>Nő</i>	<i>Összesen</i>
<i>Az 1. minta összetétele</i>			
Egyetemi hallgatók (TTK-s, nem kémia szakos)	21	39	60
Egyetemi hallgatók (kémia szakos)	5	16	21
<i>1. minta összesen</i>	<i>26</i>	<i>55</i>	<i>81</i>
<i>A 2. minta összetétele</i>			
7. osztályos gimnáziumi tanulók	9	14	23
8. osztályos gimnáziumi tanulók	13	8	21
9. osztályos gimnáziumi tanulók	15	15	30
10. osztályos gimnáziumi tanulók	21	39	60
11. osztályos gimnáziumi tanulók	21	28	49
12. osztályos gimnáziumi tanulók	16	29	45
<i>2. minta összesen</i>	<i>95</i>	<i>133</i>	<i>228</i>

Fontosabb tesztmutatók

Az eredmények statisztikai elemzését az SPSS programrendszerrel végeztük el. A teljes teszt, valamint az egyes résztesztek reliabilitás mutatóját (*Cronbach- α* értékét), valamint az egyes résztesztek (*Pearson-féle*) korrelációs együtthatóját a 3. táblázat tartalmazza. A teszt megbízhatóságára jellemző reliabilitási együttható (*Cronbach- α*) 0,84. Figyelembe véve, hogy a vizuális-téri képességek mérésére szolgáló ismertebb tesztek reliabilitási együtthatója 0,75 és 0,92 között változott (*Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 30. o.*), valamint a *Kárpáti Andrea* és munkatársai által kifejlesztett mérőeszköz *Cronbach- α* -értéke is 0,72–0,93 közöttinek adódott (*Kárpáti, 2002. 108. o.*), az általunk kapott eredmény elfogadhatónak mondható.

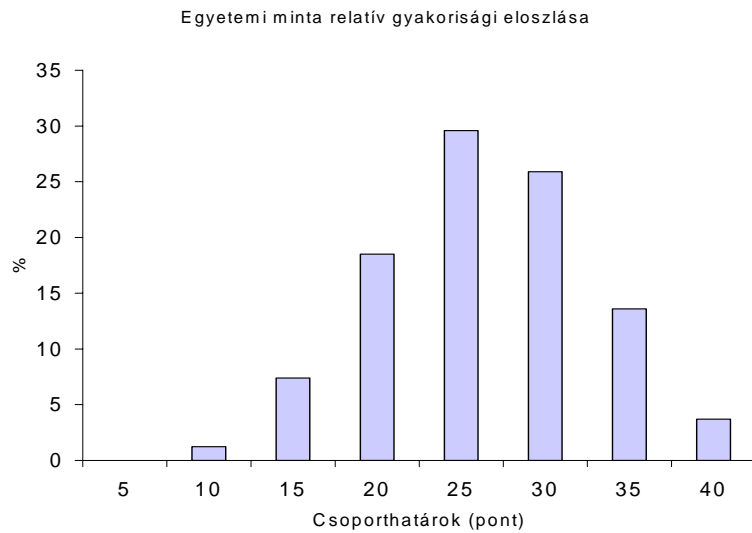
3. táblázat. A teszt néhány statisztikai jellemzője

1. minta (N=81)	Item-szám	Reliabilitás	Korrelációs együttható				
<i>Részteszt</i>			1.	2.	3.	4.	5.
1. Kockarendezés	8	0,56	1,00	0,44	0,27	0,30	0,22
2. Gömbrendezés	8	0,53		1,00	0,49	0,41	0,41
3. Gömbrétegek egymásra helyezése	8	0,75			1,00	0,40	0,32
4. Számolás elemi cellából	8	0,63				1,00	0,41
5. Modellek tükrözése és forgatása	8	0,60					1,00
TELJES TESZT	40	0,84	0,61	0,76	0,75	0,72	0,68
2. minta (N=228)	Item-szám	Reliabilitás	Korrelációs együttható				
<i>Részteszt</i>			1.	2.	3.	4.	5.
1. Kockarendezés	8	0,53	1,00	0,39	0,41	0,36	0,33
2. Gömbrendezés	8	0,49		1,00	0,47	0,35	0,22
3. Gömbrétegek egymásra helyezése	8	0,72			1,00	0,55	0,47
4. Számolás elemi cellából	8	0,69				1,00	0,31
5. Modellek tükrözése és forgatása	8	0,48					1,00
TELJES TESZT	40	0,84	0,67	0,66	0,84	0,75	0,65

A táblázatban szereplő valamennyi korrelációs együttható $p < 0,01$ szinten szignifikáns, a dőlt betűvel szedett érték kivételével ($p < 0,05$).

A 40 item közül tíz (*1. minta*), illetve négy (*2. minta*) feladat teljes teszttel való korrelációja nem szignifikáns. Ennek oka az volt, hogy ezek a feladatok vagy nagyon könnyűnek (megoldási sikeresség $>90\%$), vagy nagyon nehéznek (megoldási sikeresség $<27\%$) bizonyultak. (A korábban már bemutatott itemek közül nagyon könnyű volt például az 5.3., nagyon nehéz volt az 1.5., az 1.6. és a 2.7.) Ezek az itemek tehát azért „rosszak”, mert nem differenciáltak eléggé.

A 7. és a 8. ábrán látható a *Barke*-féle térszemléleti tesztben kapott eredmények eloszlása az 1. és 2. minta esetén. A két eloszlási függvény (különösen a 2. mintáé) kissé aszimmetrikus.



7. ábra

A *Barke*-féle térszemléleti teszten kapott eredmények eloszlása az 1. minta esetén ($N=81$)



8. ábra

A *Barke*-féle térszemléleti teszten kapott eredmények eloszlása a 2. minta esetén ($N=228$)

Amint az a 4. táblázatból kitűnik, legnehezebbnek a „Gömbrendezés”, legkönnyebbnek a „Számolás elemi cellából” és a „Gömbrétegek egymásra helyezése” című feladatsort bizonyult mindkét minta esetén. Úgy tűnik, hogy a vizsgálatba bevont egyetemi hallgatóknak és középiskolás diákoknak nem okozott nehézséget az utolsó két részteszt kémiai jellege.

4. táblázat. A térszemléleti teszten és résztesztjein kapott eredmények főbb mutatói

Részteszt	Átlagpont (%) \pm szórás	
	1. minta (N = 81)	2. minta (N = 228)
1. Kockarendezés	4,56 (57,0%) \pm 1,62	4,60 (57,5%) \pm 1,57
2. Gömbrendezés	3,82 (47,8%) \pm 1,56	3,89 (48,6%) \pm 1,54
3. Gömbrétegek egymásra helyezése	5,21 (65,1%) \pm 2,23	5,21 (65,1%) \pm 2,12
4. Számolás elemi cellából	5,68 (71,0%) \pm 1,77	5,02 (62,8%) \pm 2,01
5. Modellek tükrözése és forgatása	4,96 (62,0%) \pm 1,86	4,67 (58,4%) \pm 1,66
TELJES TESZT	24,2 (60,5%) \pm 6,35	23,4 (58,5%) \pm 6,43

A térszemlélet és az életkor kapcsolata

A gimnazisták (2. minta) esetén lehetőségünk volt annak vizsgálatára is, hogy milyen kapcsolatban van a Barke-féle térszemléleti teszten elért eredmény az életkorral (pontosabban a tanuló évfolyamával), és mennyire megbízható a teszt a különböző korosztályok esetén, azaz valóban alkalmazható-e ugyanaz a teszt például a hetedikesek és a tizenkettedikesek térszemléletének mérésére.

Az 5. táblázat adataiból kiderül, hogy a teszten elért teljesítmény nő az életkorral. A két változó közötti kapcsolatra 0,403-as korrelációs együtthatót kaptunk $p < 0,01$ szignifikancia szinten. Ez összhangban van azzal a szakirodalmi adattal, amely szerint a térlátás 12–16 éves korban még fejlődik és fejleszthető (Barke, 1978, 1993; Barke és Engida, 2001; Kárpáti, 2002).

Az 5. táblázat harmadik oszlopa azt mutatja, hogy a Barke-féle térszemléleti teszt megbízhatósága és az életkor között is szoros kapcsolat van: legkevésbé megbízható a teszt a hetedikeseknél, leginkább megbízható a tizenkettedikesek esetén. A térszemléleti teszt megbízhatóságának életkorral való hasonló változását Kárpáti Andrea és munkatársai (Kárpáti, 2002) is megfigyelték, annak ellenére, hogy ők különböző tesztekkel használtak a hetedik és a tizenegyedik évfolyam vizsgálatára. Feltételezésük szerint az általános iskolában használt tesztek gyengébb megbízhatósága annak tulajdonítható, hogy „ebben az életkorban a térszemlélet kevésbé koherens képesség” (Kárpáti, 2002. 108. o.). A Barke-féle térszemléleti teszt esetében lehetséges okként merülhet fel az is, hogy – mivel a teszt két kémiai jellegű résztesztet (a 4–5. résztesztek) is tartalmaz – az általános iskolások esetén ezen résztesztek megértéséhez és megoldásához szükséges kémiai háttérismeret hiánya okozza a gyengébb megbízhatóságot. Ennek ellenőrzésére kiszámoltuk a kémiai (4–5. résztesztek) és a nem kémiai jellegű (1–3. résztesztek)

ítemek eredményességének arányát. Az 5. táblázat negyedik oszlopában feltüntetett arányszámok és a tanulók életkora között azonban nincs korreláció, tehát feltehetően nem a két utolsó részteszt kémiai jellege felelős a teszt gyengébb megbízhatóságáért. Ugyanakkor a hetedikesek esetén mért 0,71-os reliabilitási együttható még elfogadható, és azt bizonyítja, hogy a Barke-féle teszt valóban alkalmas az általános iskolások térszemléletének mérésére is.

5. táblázat. A teszten elért teljesítmény és a teszt reliabilitási mutatójának változása különböző évfolyamhoz tartozó részminták esetén

Évfolyam	Átlag (%)	Cronbach- α	A kémiai (4-5) és a nem kémiai (1-3) részteszt eredményességének aránya
7.	41,8	0,71	1,12
8.	60,0	0,74	1,07
9.	52,8	0,72	1,12
10.	56,1	0,77	1,00
11.	65,8	0,83	1,08
12.	66,0	0,86	1,07

A nemek közötti különbség

Számos irodalmi adat – többek között Kárpáti Andrea és munkatársai (Kárpáti, 2002; Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 200. o.), valamint Barke (Barke, 1982, 1983, 1993; Barke és Engida, 2001) munkája-bizonyítja, hogy a férfiak jobban teljesítenek a térszemléleti teszteken (különösen a manipulációs képességet mérő feladatokban), mint a nők. A 6. táblázatban szereplő adatok szerint az általunk vizsgált mindkét mintában szignifikáns különbség volt a férfiak javára. Ugyanakkor a részminták elemzése során csak a nem kémia szakos egyetemi hallgatók és a 11. osztályos gimnáziumi tanulók esetén bizonyultak a fiúk szignifikánsan jobbnak, mint a lányok.

A gimnáziumi tanulók esetén kapott adatok elemzése további fontos eredményt szolgáltatott: a 12–18 éves fiúk térszemlélete nagyobb mértékben fejlődik az életkorral (korrelációs együttható: 0,58; $p < 0,01$), mint az ugyanilyen korosztályba tartozó lányoké (korrelációs együttható: 0,33; $p < 0,01$). Hasonló következtetésre jutottak Kárpáti Andrea és munkatársai is. Ők a hetedikben még nem, tizenegyedikben viszont jól mérhető különbség okaként feltételezik, hogy „a fiúk valamilyen, a térszemlélettel összefüggő tevékenységet többet vagy hatásosabban végeznek, mint a lányok” (Kárpáti, 2002. 112. o.). Hipotézisük szerint ez a tevékenység a számítógépes játék. Megjegyezzük, hogy ennek a hipotézisnek ellentmond azonban a számítógépes játék és a térszemléleti teszt átlaga közötti -0,02-os korrelációs együttható (Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 124. o.).

6. táblázat. A férfiak és a nők teljesítményének összehasonlítása

Minta	Átlag (pont) \pm szórás		t-próba
	Férfi	Nő	
1. minta (egyetemi hallgatók)	27,1 \pm 6,5	22,8 \pm 5,9	$p < 0,01^{**}$
Egyetemi hallgatók (TTK-s, nem kémia szakos)	27,8 \pm 6,4	22,5 \pm 5,6	$p < 0,01^{**}$
Egyetemi hallgatók (kémia szakos)	24,4 \pm 6,9	23,6 \pm 6,8	n.s.
2. minta (gimnáziumi tanulók)	25,0 \pm 6,2	22,1 \pm 6,4	$p < 0,01^{**}$
7. osztályos gimnáziumi tanulók	16,2 \pm 4,3	17,1 \pm 5,6	n.s.
8. osztályos gimnáziumi tanulók	24,5 \pm 5,5	23,0 \pm 5,3	n.s.
9. osztályos gimnáziumi tanulók	22,6 \pm 4,7	19,5 \pm 5,1	n.s.
10. osztályos gimnáziumi tanulók	23,4 \pm 5,1	21,6 \pm 5,7	n.s.
11. osztályos gimnáziumi tanulók	29,0 \pm 5,3	24,8 \pm 6,4	n.s.
12. osztályos gimnáziumi tanulók	30,4 \pm 3,8	24,1 \pm 6,8	n.s.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

A matematikai és a kémiai ismeretek hatása a térszemléletre

A matematikai teljesítmények és a téri képességek kapcsolata komplex és ellentmondásos annak ellenére, hogy nagyon sokan tanulmányozták (Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 59. o.). Kárpáti Andrea és munkatársai az általuk kifejlesztett térszemléleti teszt eredménye és a matematika jegyek között közepes korrelációt (korrelációs együttható: 0,31) tapasztaltak (Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002. 124. o.).

Saját vizsgálataink eredményét a 7. táblázat tartalmazza. A vizsgált 12 részminta közül négy esetben találtunk szoros korrelációt a matematika jegyek és a teszteredmény között, ezek közül három esetben fiúkból álló részmintákról van szó.

7. táblázat. A matematika jegyek és a térszemléleti teszt eredménye közötti korreláció a gimnazisták részmintáiban

A 2. minta részmintái	Fiú	Lány
7. osztályos gimnáziumi tanulók	-0,249	+0,570*
8. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,798**	+0,059
9. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,375	+0,403
10. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,160	-0,043
11. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,477*	+0,241
12. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,498*	+0,280

* $p < 0,05$ szinten szignifikáns; ** $p < 0,01$ szinten szignifikáns

Számunkra különösen fontos kérdés, hogy van-e korreláció a tanulók kémiai háttérismerete és a térszemléleti teszt eredménye között. A 8. táblázat adatai szerint a vizsgált 12 gimnazista rész minta közül mindössze két esetben találtunk erős korrelációt a kémia jegyek és a teszteredmény között, az esetek felében a kapott korrelációs együttható kis negatív értékeknek adódott. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy nincs szoros összefüggés a kémia jegyek és a térszemlélet között. Ez egyrészt azt jelenti, hogy a kémia tárgy nem fejleszti a tanulók térszemléletét, másrészt azt is jelenti, hogy a kémiai ismeretek elsajátításának jegyekben kifejezett mértéke kevésbé függ a tanulók térszemléletétől.

8. táblázat. A kémia jegyek és a térszemléleti teszt eredménye közötti korreláció a gimnazisták rész mintáiban

A 2. minta rész mintái	Fiú	Lány
7. osztályos gimnáziumi tanulók	-0,408	+0,598*
8. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,751**	-0,031
9. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,459	+0,224
10. osztályos gimnáziumi tanulók	-0,008	-0,036
11. osztályos gimnáziumi tanulók	-0,059	-0,126
12. osztályos gimnáziumi tanulók	+0,121	+0,126

* $p < 0,05$ szinten szignifikáns; ** $p < 0,01$ szinten szignifikáns

Ezeket a következtetéseket támasztja alá a kémia- és a nem kémia szakos egyetemi hallgatók térszemléleti teszten nyújtott teljesítményének összevetése is. A 9. táblázat adataiból látható, hogy a nagyjából azonos korosztályhoz tartozó kémia- és nem kémia szakos egyetemi hallgatók közül az utóbbiak átlaga valamivel jobb ugyan a kémia szakosokénál, a kétmintás t -próba szerint azonban a különbség nem szignifikáns.

9. táblázat. A kémia- és nem kémia szakos egyetemi hallgatók teljesítményének összehasonlítása

Az 1. minta rész mintái	Átlag	Szórás
Egyetemi hallgatók (kémia szakos)	23,8	6,6
Egyetemi hallgatók (TTK-s, nem kémia szakos)	24,4	6,4

A válaszok tartalmi elemzése

A statisztikai elemzés mellett elvégeztük a válaszok tartalmi elemzését is. Ezt azért is tartottuk fontosnak, mert

- 1) a Barke-féle teszttel kapcsolatban megjelent eddigi írások nem taglalták ezt a kérdést;
- 2) csak így derülhet fény arra, hogy esetleg néhány feladat megfogalmazása nem egyértelmű, félreérthető; továbbá

- 3) szerettünk volna információt kapni arról, hogy a felmérésben résztvevők térszemlélete milyen tipikus téves vonásokat, hiányosságokat tartalmaz, és milyen stratégiákat alkalmaznak térszemléleti problémák megoldásában.

A tartalmi elemzés legfontosabb eredményei a következők:

- a) Az alakzatot felépítő elemek azonosítása számos esetben a (látható) síkbeli ábrán történt, és nem annak elképzelt térbeli megfelelőjén. Így például a 2. ábrán látható 1.5. számú feladatban kevesebben (21%, illetve 27%) jelölték meg a helyes választ, mint az ötödik válaszlehetőséget (35%, illetve 41%), amelyet akkor kapunk, ha az ábrán és nem az elképzelt alakzaton számoljuk meg azokat a kockákat, amelyeknek csak egy oldallapja látszik. Az ugyancsak a 2. ábrán látható 1.6. feladat esetén a helyes választ megjelölők részarányával (26%, illetve 27%) nagyjából azonos a második (25%, illetve 25%) és a harmadik (28%, illetve 23%) választ megjelölők aránya. Ebben az esetben a már említett hibás stratégia – az ábrán történő számolás – eredménye – öt olyan kocka látszik, amelynek két oldalapját látjuk – nem szerepel a válaszlehetőségek között, ezért az ilyen hibás eredményre jutott tanulók egy része a 4-et, másik része a 6-ot jelölte meg. Hasonló okokra vezethető vissza az 1.7. feladatra adott tipikusan hibás válasz: a tanulók 24%-a szerint 12 kocka nem látszik.
- b) A „*Modellek tükrözése, forgatása*” című résztesztben a legnagyobb problémát az jelentette, hogy sokan valószínűleg nem tudták, milyen irányt is jelent „az óramutató járásával megegyező irány”. Ezzel magyarázható, hogy például a 6. ábrán szereplő 5.4. számú feladatban 19%, illetve 14% a „3” számot jelölte meg a többség (56%, illetve 52%) által helyesen megjelölt „4” szám helyett. Ugyancsak ez lehet az oka az 5.8. számú feladat sikertelenségének is. Ennél a feladatnál a helyes választ a tanulók 31%-a, illetve 25%-a találta el, és 36%, illetve 33% jelölte meg azt a hibás (ötödik) választ, amelyhez akkor jutunk, ha fordított irányban végezzük a forgatást.
- c) Elsősorban a „*Számolás elemi cellából*” feladatcsoport esetén tapasztaltuk, hogy a gyakran megjelölt hibás válasz annak következménye, hogy az elemi cellából az elképzelt kristályrácsot nem a tér három irányában történő kiegészítéssel, hanem csak egy vagy két irányban való építkezéssel hozza létre a megoldók egy része. Ez például a 4.9. feladatnál azt eredményezte, hogy a tanulók 42%-a, illetve 41%-a kapott ebből adódó hibás eredményt (hatodik válasz) a helyes választ adó 48%, illetve 43% mellett.

Javaslat a Barke-féle térszemléleti teszt továbbfejlesztésére

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a Barke-féle térszemléleti teszt alkalmas a térszemlélet mérésére, a térszemlélettel kapcsolatos megoldási stratégiák és típushibák feltárására. Ugyanakkor a teszt néhány ponton fejlesztésre szorul:

- 1) Feltétlenül átdolgozásra javasoljuk az ábrákat. Következetesebben kell törekedni a perspektivikus ábrázolás szabályainak betartására. Néhány esetben, különösen a „*Gömbretek egymásra helyezése*” résztesztben áttekinthetőbbé, egyértelműbbé kell tenni a jelöléseket (pl. K_1 , K_2 , L_1 stb. helyett A, B, C stb.).

- 2) A „*Modellek tükrözése, forgatása*” résztesztben nem elég szövegesen megfogalmazni a forgatás irányát, azt az ábrán nyíllal is jelölni kell.
- 3) Néhány item (például az 1.6. feladat) esetében a válaszlapon szereplő disztraktorok közé be kell építeni az általunk feltárt hibás stratégiából következő választ is.

Összefoglalás

A kémia tanításában az anyag szerkezetének tárgyalása alapvető fontosságú. Ehhez nyújtanak segítséget a különböző szerkezeti modellek. A térbeli modellek síkbeli reprezentációjának helyes értelmezése azonban megfelelő szintű térszemléletet igényel. A térszemlélet szintjét, illetve fejlesztésének eredményességét csak alkalmas mérőeszköz birtokában ellenőrizhetjük. A nemzetközi kémiadidaktikai szakirodalomban már többször leírt és kipróbált *Barke*-féle térszemléleti teszt öt feladatcsoportban összesen 40 itemet tartalmaz, részben kockákkal és gömbökkel, részben kémiai vonatkozású szerkezeti modellekkel kapcsolatban. A tesztet korábban sikeresen használták a térszemlélet és a tanulók kora, IQ-ja, valamint neme közötti kapcsolat felderítésére; szerkezeti modellekkel történő kémiaoktatási programok térszemlélet-fejlesztésének mérésére; a tananyag és az eltérő kultúra térszemléletre gyakorolt hatásának vizsgálatára. Munkánk során elkészítettük a *Barke*-féle térszemléleti teszt magyar nyelvű változatát és próbaméréseket végeztünk egy 81 fős egyetemi hallgatókból, és egy 228 fős gimnáziumi tanulókból álló mintán. A fontosabb tesztmutatók meghatározása alapján megállapítottuk, hogy a teszt alkalmas a térszemlélet mérésére. A statisztikai elemzés eredménye többnyire összhangban van korábbi hasonló felmérések eredményeivel. E szerint a férfiak térszemlélete fejlettebb a nőkénel, a teszten elért eredmény és az életkor között 12–18 éves korban pozitív korreláció van, és ez a fiúk esetén kifejezettebb. Ugyanakkor nem találtunk pozitív korrelációt a kémia jegyek és a teszteredmény között, valamint nem találtunk szignifikáns különbséget a kémia és nem kémia szakos egyetemi hallgatók térszemléleti tesztben nyújtott teljesítményében. A válaszok részletes tartalmi elemzése rámutatott arra, hogy néhány item esetén pontosítani kell a feladat szövegét, illetve felszínre hozott néhány tipikus, térszemlélettel kapcsolatos hibát. Ilyen például, hogy az alakzatot felépítő egységek azonosítása nem az alakzat elképzelt térbeli képén, hanem a látható kétdimenziós rajzon történik; valamint az, hogy a tesztet írók egy része a kristályrácsot, mint térbeli alakzatot nem az építőegységek háromdimenziós kiegészítésével, hanem csak egy- vagy két dimenzióban történő mozgásával állítja elő. Figyelemre méltó, hogy a vizsgált minta jelentékeny hányada nincs tisztában azzal, hogy milyen irányt jelent az óramutató járásával megegyező irány. Az egyes itemek formai és tartalmi értékelése után javaslatot tettünk a teszt kisebb mértékű továbbfejlesztésére.

A szerzők köszönetüket fejezik ki Soltész György egyetemi adjunktusnak (Debreceni Egyetem, Kémiai Szakmódszertani Részleg) a térszemléleti teszttel kapcsolatos kritikai észrevételeiért, valamint Búzásné Nagy Gabriella tanárnőnek (Sárospataki Református Kollégium Gimnáziuma) a teszt középiskolai kipróbálásáért. A kutatást az OTKA (T-034288) támogatta.

Irodalom

- Barke, H.-D. (1978): *PhD thesis*. University of Hannover, Hannover.
- Barke, H.-D. (1982): Schülerversuche mit Strukturmodellen. *CU*, **13**, 4–26.
- Barke, H.-D. (1983): Das Training des Raumvorstellungsvermögens durch die Arbeit mit Strukturmodellen. *MNU*, **36**, 352–356.
- Barke, H.-D. (1993): Chemical education and spatial ability. *Journal of Chemical Education*, **70**, 12. sz. 968–971.
- Barke, H.-D. (1997): The structure-oriented approach: Demonstrated by interdisciplinary teaching of spatial abilities. In: Graeber, W. és Bolte, C. (szerk.): *Scientific Literacy*. IPN, Kiel. 377–390.
- Barke, H.-D. és Engida, T. (2001): Structural chemistry and spatial ability in different cultures. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **2**, 3. sz. 227–239. (<http://www.uoi.gr/ceip>)
- Barke, H.-D. és Kuhrke, R. (1992): *Einführung in die Chemie*. Lang, Frankfurt, New York.
- Barke, H.-D. és Wirbs, H. (2002): Structural units and chemical formulae. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **3**, 2. sz. 185–200. (<http://www.uoi.gr/ceip>)
- Brosnan, T. (1999): When is a chemical change not a chemical change? *Education in Chemistry*, **36**, 2. sz. 56.
- Gabel, D. (1999): Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, **76**, 4. sz. 548–554.
- Johnstone, H. (2000): Teaching of chemistry – Logical or psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **1**, 1. sz. 9–17. (<http://www.uoi.gr/ceip>)
- Kárpáti Andrea (2002): A vizuális műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest. 91–133.
- Kárpáti Andrea (2003): Mérimi a mérhetetlent. Teljesítményértékelés a vizuális nevelésben. *Iskolakultúra*, **13**, 8. sz. 95–106.
- Kiss Edina és Németh Ágnes Éva (2002): Gyűrűk jelölése a triciklodekánok perspektivikus ábráiban. Tanulói megoldások értékelése. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások*, **12.**, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 150–158.
- Kiss Edina és Soltész György (2000): Gyűrűk megkeresése a triciklodekán-izomerek képleteiben. A tanulók megoldási algoritmusai. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások*, **11.**, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 29–36.
- Mojzes János (1984): *Módszerek és eljárások a kémia tanításában*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Németh Ágnes Éva és Soltész György (2002): Triciklodekán pálcikamodellek azonosítása perspektivikus ábrák alapján. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások*, **12.**, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 139–144.
- Németh Ágnes Éva, Kiss Edina és Soltész György (2002): Triciklodekán izomerek térszerkezetének vizsgálata egyéni modellezéssel. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások*, **12.**, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 145–149.

- Séra László, Kárpáti Andrea és Gulyás János (2002): *A térszemlélet szerkezete, fejlődése és fejlesztése a közoktatásban*. Comenius Kiadó, Pécs.
- Soltész György (1988–2003): Feladatok mindenkinek. Szerves kémiai feladatok. *Középiskolai Kémia Lapok*, **15–30**, 1–2. és 4–5. sz.
- Soltész György (2003): Térlátással kapcsolatos kémiai gyakorló feladatok. Triciklodekán vázmodellek azonosítása. In: Buda András és Holik Ildikó (szerk.): *III. Országos Neveléstudományi Konferencia. Program. Tartalmi összefoglalók*. MTA Pedagógiai Bizottság, Budapest. 65.
- Soltész György és Kiss Edina (2000): Triciklodekán-izomerek szénvázának modellezése. A lehetséges izomerek megkeresése pálcikamodellel. In: Tóth Zoltán (szerk.): *Módszerek és eljárások, 11.*, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen. 22–28.
- Tóth Zoltán (2000): „Bermuda-háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra*, **10**. 10. sz. 71–76.
- Tóth Zoltán (2002a): A kémiai fogalmak természete. *Iskolakultúra*, **12**. 4. sz. 92–95.
- Tóth Zoltán (2002b): A természettudományos fogalmak tanításának problémái. In: Katona András és mtsai (szerk.): *A tanári mesterség gyakorlata. Tanárképzés és tudomány*. Nemzeti Tankönyvkiadó – ELTE Tanárképző Főiskolai Kar, Budapest. 287–292.

ABSTRACT

ZOLTÁN TÓTH, EDINA KISS AND HANS-DIETER BARKE: THE HUNGARIAN VERSION OF THE SPATIAL ABILITY TEST FOR CHEMISTRY EDUCATION

In chemistry, the importance of the structure of matter cannot be underestimated, hence the use of different structural models as mediators between phenomena and chemical symbols. However, students are often expected to interpret the two-dimensional illustrated space models as three-dimensional structures. For assessing both the initial levels and the improvement of spatial vision, a spatial ability test is needed. The *Barke* test contains 40 items in five groups of tasks: cube structures; sphere structures; building up sphere layers; counting from unit cells; reflecting and rotating models. The *Barke* test has already been used for examining the correlation between spatial ability and age, IQ, and gender, as well as the effects of training, curricula and cultural differences on spatial vision. This paper discusses the development and piloting of the Hungarian version of the *Barke* test for the assessment of spatial ability in students from the University of Debrecen (N=81), and from a secondary school (N=228). The most important test parameters suggest that the Hungarian version of the *Barke* test is suitable for assessing spatial vision. The results show higher spatial ability in men than for women. A positive correlation was found between spatial ability and age. However, no significant difference was observed between the results of chemistry and non-chemistry students, and there was positive correlation between the scores and chemistry marks. A detailed analysis of the responses showed some typical errors related to the interpretation of two-dimensional images as three-dimensional structural models. For instance, relying on the two-dimensional figure instead of the three-dimensional image of packing, or moving the unit cells in one or two directions of space instead of three when constructing structural model of crystals. Based on the results, some improvements of the *Barke* spatial ability test are suggested.

Magyar Pedagógia, **103**. Number 4. 459–479. (2003)

Levelezési cím /Address for correspondence: Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem TTK Kémia Szakmódszertani Részleg, H-4010 Debrecen, Pf. 66.