

Csikós Csaba¹ – Korom Erzsébet² – Csapó Benő³¹ Szegedi Tudományegyetem Pedagógiai Értékelés és Tervezés Tanszék² Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélt Tanszék³ MTA-SZTE Képességfejltés Kutatócsoport

Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban

A SAILS projekt második munkacsomagjának dokumentumai a természettudományi tudás különböző elemeinek értékeléséhez kapcsolódtak. Elsőként egy elméleti összefoglalás született arról, hogy mit és milyen eszközökkel lehet és szükséges értékelni a természettudományos nevelésben. A tartalmi keretek mint műfaj alapvetően erre a két kérdésre adott válaszokból születik meg. A további dokumentumokban a gyakorlatban kipróbált tanulási egységek tapasztalatait építettük be, és végül egy olyan írásmű született, amely továbbra is fő feladatként az értékelés mikéntjére és hogyanjára reflektál, de a projekt során kifejlesztett és több országban kipróbált tanulási egységekben megjelenő értékelési praktikák és eszközök hozzáfűzésével. A jelen tanulmány a tartalmi keretek kidolgozása terén elért eredményeket mutatja be, fölvázolva a megszületett dokumentum elméleti és gyakorlati szempontból fontos vonásait.

A kutatásalapú tanulás értékelésének alapelvei a természettudományokban

A kutatásalapú természettudományos nevelés egy olyan megközelítésmód, amelyben az angol nyelven 'inquiry' névvel illetett folyamat van középpontban. Számos folyamat és jellemző társítható a kutatásalapú tanuláshoz (Kahn és O'Rourke, 2005):

- A vizsgált probléma bizonyos mértékben nyílt végű (a probléma nyitottságát illetően ld. Walker, 2007), azaz a megoldás elérhető a tanulócsoporthoz számára, de nincs közvetlen algoritmus vagy recept a megtalálására.
- A tanulók egymással párbeszédet folytatnak az alkalmazott módszerekről.
- A tanulók elemzik a bizonyítékokat, következtetéseket vonnak le, és bemutatják eredményeiket.

A kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékelése elsősorban a tanulási folyamat során fejlődő és fejleszhető tudáselemekre vonatkozik. Ugyanakkor érdemes a folyamat mellett a kutatásalapú tanulás termékeként, eredményeként előálló tudáselemek értékelésére is kitérni.

Vannak-e olyan tudáselemek, amelyek nagy tétellel bíró ('high-stake') értékelési rendszerekben is értékelésre kerülnek, és amelyek fejlesztése elsősorban a kutatásalapú tanulási megközelítésmódtól várható? Csikos (2015) a PISA 2006-os felmérésében szereplő *Savas eső* feladat segítségével mutatta meg, hogy egyrészt vannak ilyen tudáselemek, másrészt pedig az ominózus feladatrész ugyan nehéznek bizonyult általánosságban az OECD-országok tanulói számára, de a magyarországi tanulók eredménye még az OECD-átlagnál is gyengébb volt. Ez a speciális tudáselem a természettudományi kísérleteknél szükséges kontrollmintáról szólt, de nem pusztán verbális, akár szó szerint megtanulható ismeret szintjén, hanem valódi, a tudásalkalmazás szempontjából realizisztikusnak nevezett (*B. Németh és Korom, 2012*) feladathelyzetben.

A kutatásalapú tanulás által megteremtett légkörben a tanulók tanulási folyamatai kerülnek a középpontba. Azoknak a tanulóknak, akik megfigyeléseket végeznek, adatokat gyűjtenek, szintetizálják az információt és következtetéseket vonnak le, fejlődnek a problémamegoldó készségeik. Mindeközben a tanulótársak együttműködnek, megismerik társaik megközelítésmódjait. Az élethosszig tartó tanuláshoz szükséges készségek mind jól fejleszthetők a kutatásalapú természettudományos neveléssel, hozzávéve az előbb felsoroltakhoz a logikus, következetes és kritikai gondolkodás kívánalmát, amely alapvető, mikor a kísérletezés során következtetéseket vonunk le.

A kutatásalapú tanulás során fejlődő tudáselemek értékelésének tartalmi kereteit természetesen a természettudományi tudás értékelésének általánosabb kereteit felhasználva határozzuk meg. A tartalmi keretek mint műfaj és a mérések tartalmát leíró dokumentum a nemzetközi tudásszintmérő vizsgálatok révén terjedt el világszerte. A TIMSS és a PISA minden egyes mérési ciklusát megelőzi a tartalmi keretek kidolgozása, amelyeket a felméréseket végző szervezetek meg is jelentetnek. A TIMSS vizsgálatok legutóbbi tartalmi kereteiben a tesztfeladatokat három fő kategóriába sorolják, ezek: a diszciplináris tudás tartalma ('content'), az alkalmazás ('application') és a gondolkodás ('reasoning') területei (*Mullis és Martin, 2013*). A PISA alapvetően három fő területet: a szövegértést, a matematikát és a természettudományt méri fel háromévenkénti rendszerességgel. E mérési területek tartalmi keretei egy olyan tudáskonceptióra épülnek, amely a modern társadalmakban szükséges, felhasználható, alkalmazható tudást állítja középpontba. A PISA az iskolában elsajátított tudást lényegében annak alkalmazásán (alkalmazhatóságán) keresztül méri fel, így a TIMSS-ben megjelenő három dimenzió közül egyet kiemelten kezel (*OECD, 2013*). Ugyanakkor a PISA vizsgálatokban is megjelenik a harmadik, a pszichológiai dimenzió, mégpedig a negyedik, minden mérési ciklusban más innovatív mérési területen. Ennek tartalma az első PISA felmérésben a tanulási készségek és stratégiák vizsgálata (*OECD, 2003*) volt, majd a 2003-as és 2012-es ciklusokban a problémamegoldás felmérésére került sor (*OECD, 2005, 2014*).

Összefoglalásul megemlítjük, hogy a természettudományi tudás diagnosztikus értékelését szintén egy háromdimenziós modellt alkalmazva építettük föl (*Csapó és Szabó, 2012*). Az ott kidolgozott modellt alkotta azt az elméleti bázist, amelyről indulva a SAILS projekten belül is igyekeztünk leírni az értékelés célváltozóit és módszereit. Ez az elméleti modell a kognitív tudományok eredményein és a rendszerszintű felmérések tartalmi keretein alapszik (ld. *Csapó, 2004, 2007, 2010*), továbbá fölhasználtuk korábban a matematikai tudás (*Csikos és Csapó, 2011*) és a természettudományi tudás (*Korom, B. Németh, Nagyné és Csapó, 2012*) értékelési kereteinek kidolgozásában szerzett tapasztalatainkat.

Adey és Csapó (2012) a természettudományi gondolkodási képességek rendszerét határozták meg. Számos olyan gondolkodási képesség van, amely különböző tartalmakon működőképes, és ezek között a természettudományi tartalmak kitüntetett jelentőségűek akár történeti okokból, akár a fejleszthetőség szempontjából. Például az egyenes arányosság fogalma és az arányossági gondolkodás számtalan tudásterületen megjelenik

az iskolában, és ezek között a természettudományos tantárgyak tartalmi kiemelt jelentőségűek. A természettudományok esetében, bár maguk természetszerűleg az élő és élettelen természeti környezet jelenségeiből veszik tartalmi bázisukat, szintén meghatározható a tudásnak az a dimenziója, amely arról szól, a tantárgyi tartalmak rendszerén kívül hogyan tudja a tanuló fölhasználni ismereteit és készségeit, képességeit (B. Németh és Korom, 2012). Harmadik tudásdimenzióként a magukban a tantárgyakban meghatározott (diszciplináris) tudásrendszerek szerepelnek (Korom és Szabó, 2012).

Az egyik klasszikus fizikai tudáselem példáján, az Ohm-törvényen keresztül érzékeltetve a három tudásdimenzió mibenlétét, a következőket érdemes megfontolni. Az Ohm-törvény jelenleg a B típusú kerettantervben kilenc helyen fordul elő, jelezve ezáltal a tantervkészítőknek azt a meggyőződését, hogy ez a törvényszerűség a fizika tanulmányának folyamatában nagy jelentőségű. A szaktárgyi tudás fölépítésében játszott szerep ebben az esetben a harmadik, diszciplináris dimenzióhoz köthető. Amikor valaki egy áruházi katalógusban kétféle indítókábel között árbeli különbséget lát, a képen pedig a kábelek vastagságának különbségei is nyilvánvalóak, lehetősége nyílik arra, hogy az iskolában tanult szaktárgyi tudást életszerű helyzetben, az áramerősség, feszültség és ellenállás fogalmaihoz kapcsolva alkalmazza. Harmadikként pedig figyelemre méltó, hogy az $U=R \cdot I$ és hasonló képletek értelmezése az egyenes és fordított arányosság fogalmához, tágabb értelemben a tartalomtól független gondolkodási képességként is megjelenő arányossági gondolkodáshoz kapcsolható.

A kutatásalapú tanulás értékelésének tartalmi kereteit kidolgozva egyrészt az általános értelemben vett természettudományi tudás dimenzióinak alkalmazását valósíthatjuk meg, másrészt megfigyelhetjük és beépíthetjük a nemzetközi együttműködésből származó tapasztalatcserét. A tartalmi keretek fejlesztésében az első tényező hatásaként a hazai modellünkben használt dimenziók (gondolkodási képességek, természettudományos műveltség, szaktárgyi-tantervi tudáselemek) mellett a kutatás folyamatához kapcsolható tudáselemeknek egy készségrendszerét definiáltuk. A második tényező – nem függetlenül az elsőtől – azt eredményezte, hogy a diagnosztikus értékelési rendszer szempontjai helyett az osztálytermi folyamatokban megvalósulható visszacsatolás formatív értékelési szempontjai kaptak főszerepet.

A SAILS projektben kidolgozott tartalmi keretekben tehát négy szerkezeti egység alakult ki. Ebben a négy egységben ott található a Csapó (2010) elméleti modelljében meghatározott három dimenzió, és ezek közé negyedikként a kutatási készségek rendszere épült be. A tudásdimenziók sorrendje eltér a korábban általunk használttól: elsőként, és meglehetősen tömören, a tantárgyi/tantervi tudáselemeket és azok értékelését tekintettük át. A tesztelméletnek és az oktatási gyakorlatnak évtizedes, kiforrott szabályai és technikái vannak az ismeret jellegű tudás mérésére. És bár vitathatatlan, hogy a természettudományi szaktárgyi tudáselemek egy jelentős mennyiségének elsajátítása szükséges a többi tudásdimenzióban tárgyalt gondolkodási folyamatok megfelelő fejlesztéséhez, az értékelés elmélete is a tudás minőségi kategóriáinak mérése és értékelése felé fordult.

A tartalmi keret második szerkezeti pillérét azok a gondolkodási folyamatok jelentik, amelyeket összefoglalóan kutatási készségeknek neveztünk el. Ezek a készségek (a készség kifejezés szokásos szakirodalmi használatával összhangban) olyan, többé-kevésbé automatizálódott gondolkodási folyamatokat jelentenek, amelyek az osztálytermi kutatási folyamat különböző fázisaihoz köthetők. Természetszerűleg ezeknek a készségeknek a működéséhez elengedhetetlen a szaktárgyi tudás, a természettudományos fogalmak egy jelentős mennyiségének ismerete, és az is nyilvánvaló, hogy a másik két tudásdimenzióval, a természettudományos gondolkodással és műveltséggel is átfedésük van.

A természettudományos gondolkodás készségeinek és képességeinek mint jórészt tartalomtól független gondolkodási formáknak az értékelése képezte a harmadik szerkezeti egységet. Overton (1990) értelmezését használtuk a szakirodalom szerteágazó

terminológiai csokrainak rendezéséhez. Overton szerint a gondolkodás ('thinking') általános megismerési forma, míg a következtetési gondolkodás ('reasoning') ennek része. A természettudományos gondolkodás szöösszetételeiben a következtetési gondolkodás szerepel általában, és ezt konkrét képességekre és azok készségeire alkalmazva nagyon gyakran a deduktív és induktív gondolkodáshoz jutunk. Ezek hazai szakirodalmában bőséges (ld. pl. *Csapó*, 2001; *Vidákovich*, 2008).

Negyedik tudásdimenzióként a természettudományos műveltség értékelésével foglalkoztunk. Kevésbé vitatott alapelve, hogy bármilyen elsajátított tudáselem értékét meghatározza, hogy az felhasználható-e különböző kontextusokban. A PISA-felmérések különféle szituációkat, kontextusokat definiálnak, amelyekben az iskolában elsajátított tudás elvileg alkalmazható. Amikor például egy természettudományi feladatban hivatalos dokumentumok vagy hirdetések szerepelnek, akkor a feladat az úgynevezett nyilvános kontextusban került kitűzésre. Széleskörűen dokumentált, hogy egy adott kontextusban elsajátított tudás átvitele, transzfere egy másik kontextusba korántsem könnyű vagy magától értetődő. A műveltséget ('literacy') tehát úgy értelmezhetjük, hogy az a tudás alkalmazhatósága különböző kontextusokban (*Csikos* és *Verschaffel*, 2011; *B. Németh* és *Korom*, 2012).

Tantervi szaktárgyi tudáselemek

Természetes igény tantervi és értékelési oldalról is, hogy a kutatásalapú természettudományos nevelésnek is megfelelően fejlesztenie kell a tanulók természettudományos szaktárgyi tudását. A SAILS projektben részt vevő országok eléggé különböző tantervekkel rendelkeznek, így a tartalmi keretekben csupán néhány alapfogalom szerepel példaként, amelyeknek megfelelő megértése elősegíthető és értékelhető a kutatásalapú tanulás osztálytermében. Azok a változások, amelyek az oktatás gyakorlatában a 20. század során végbementek, azt eredményezték, hogy a tanárközpontú, a tudást annak birtokosaként továbbadó, megsokszorozó szemléletmód helyébe a tanulóközpontú tevékenységgel történő fogalomtanulás lépett (*Korom*, 2005). A fogalomtanulásnak egyik ilyen megközelítésmódja szerint két fázist érdemes a tanórán elkülöníteni. Először feltárjuk a szükséges előismeretek meglétét, a nem tudományos értelemben használt fogalmakat (*Korom*, 2001). Ebben a fázisban olyan légkörre van szükség, amely nemhogy engedi, hanem kifejezetten értéknek tekinti a különböző fogalomhasználati módokat és azok ütköztetését. Az olyan, igen gyakran használt természettudományos fogalmaknak is, mint például a sebesség, hő, lendület, élet, gazdag szemantikus hálózat feleltethető meg a tanulók gondolkodásában a korábbi tapasztalataik és tanulmányaik függvényében. A második fázisban a tapasztalatok segítségével maguk a tanulók érezhetik úgy, hogy pontosítani szükséges meglévő fogalmaikat.

Kutatási készségek

A SAILS projektben Linn és Davis (2004) meghatározását követtük az osztálytermi kutatási tevékenység leírásában.

„A kutatás szándékos folyamat, amelyben felismerünk problémákat, kísérleteket elemzünk, feltételezéseket és lehetőségeket vizsgálunk meg, információt keresünk, tanulóársakkal megvitátjuk mindezeket és levonjuk a következtetéseinket.”

Ennek a meghatározásnak a *genus proximuma* a „szándékos folyamat”, a *differentia specificák* pedig a kutatási készségek. A szándékos tudatos, stratégiai szintű folyamatokra utal, amelyek ebből adódóan különféle tartalmakon és kontextusokban is hasonlóan értelmezendők. A készség kifejezés jól mutatja azt, hogy sokkal többről van szó, mint ismerni a kutatás fázisait és tudni róluk, hogy milyen sorrendben és hogyan követik egymást. Számos szerző (pl. Fradd, Lee, Sutman és Saxton, 2001; Lee és mtsai, 2001; Sutman és Saxton, 2001; Wenning, 2007) alkotott a kutatási készségek leírására listákat, osztályozásokat. Ismertté vált Bybee (2009) 5E-modellje, amely öt angol E-betűs szóra utal, melyeket ugyanakkor elég erőltetetten lehet magyarra fordítani egy kutatási ciklus öt fázisaként. Leghasznosabbnak számunkra a Fradd- és Wenning-modellek tűntek, és elkészítettük ezek összehasonlító táblázatát, amelyben az osztálytermi kutatási fázisok szerinti sorrendben igyekszünk szerepeltetni a készségeket.

1. táblázat. A kutatási készségek két nevezékτανának összehasonlítása

Wenning rendszere	Fradd és mtsai rendszere
A vizsgálandó probléma beazonosítása	Kérdés
Hipotézis megalkotása	-
Kísérlet tervezése a hipotézis ellenőrzésére	Tervezés
Tudományos kísérlet végzése	Implementáció
Adatgyűjtés, adatok rendszerezése és precíz elemzése	Következtetés
Számolás és statisztikai módszerek alkalmazása az adatokon, hogy következtetésre jussunk, és azt alátámasszuk.	Beszámoló
	Alkalmazás

Linn és Davis definíciója és az 1. táblázatban összevetett két nevezékταν alapján a kutatási készségeknek olyan rendszerét választottuk ki, amelyre a projekt tanulási egységei összpontosítottak. Négy ilyen kutatási készséget választott a konzorcium értékelési munkacsoportja 2014 elején: vizsgálatok tervezése, hipotézisek megfogalmazása, együttműködés a tanulótársakkal, következetes érvelés. Az úgynevezett racionális kutatási készségek, a tervezés és a hipotézisalkotás gyakran szerepel a tantervekben is célkitűzésként, ám az is világos a kritikákból, hogy a kutatás sokkal több, mint pusztán logikai jellegű folyamat (Baumfeld, 2006; Krajcik, Blumenfeld, Marx és Soloway, 2000), és szükséges belefoglalni olyan készségeket is, mint az együttműködés, a kommunikáció és a kritikai gondolkodás.

A SAILS projektben megvalósított egyik fő, innovatív eszme a kutatási készségek értékelési stratégiáinak és eszközeinek kidolgozása és leírása volt. Lévén a készségek értékelése és különösen formatív értékelése az osztálytermi tanítás-tanulás folyamatában valósítható meg, ennek módszereit kellett kidolgoznunk konkrét, több részt vevő országban is kipróbálható tanulási egységek keretében. Maguk a tanulási egységek is, és azoknak a különböző országokban megvalósult implementációi igen különbözőek abból a szempontból, hogy mely kutatási készség kerülhet a középpontba egyikben vagy másikban. Készült egy olyan mátrix, amelyben a tanulási egységeknek a különböző tudásdimenziókhoz kapcsolódását térképszerűen jelenítettük meg. Egyes tanulási egységek tág teret adnak a kísérlet megtervezése készségének, aminek szükséges feltétele, hogy az irányított kutatástól eltérjen az óra menete a korlátozottan irányított vagy a teljesen nyílt kutatási formák felé. Ezeket a fokozatokat Wenning (2007) alapján értelmeztük. Az irányított ('guided') kutatás során az egyes tevékenységeket lényegében előírja a tanár. A tanulóknak ezért kicsiny ráhatásuk van a folyamatra, így valószínűtlen, hogy például a kutatások tervezése révén készségük fejleszthető és értékelhető. Ugyanakkor természetesen az együttműködési és érvelési készségeik megnyilvánulhatnak és értékelhetők.

A nyitott ('open') kutatás során a tanulók megfogalmazhatják saját kutatási kérdéseiket, és annak megválaszolására kísérletet tervezhetnek és kivitelezhetnek. A korlátozottan irányított ('bounded') kutatás a kettő között van: jellemzően a tanár fogalmazza meg a kutatási kérdést, de a kísérletet és a kivitelezést a tanulókra bízhatja. A határok a különféle irányítottságú osztálytermi órák között nem élesek, és gyakran a tanár személyes preferenciái nyilvánulnak meg a választásban. Általánosságban az jelenthető ki, hogy a nyitott kutatásnál nő meg annak esélye, hogy a tervezés és a hipotézisalkotás készségeit értékelni és fejleszteni lehessen.

1. Hipotézisek megfogalmazása

Elvileg a hipotézisek megfogalmazásának fázisa megelőzheti a kísérletek megtervezésének szakaszát. Fradd és munkatársai (2001) modelljében a kérdezés mint kutatási készség szerepel elsőként, és beleérti a kérdés megfogalmazását, valamint a hipotézis megfogalmazását egyaránt. Wenning (2007) arra hívja föl figyelmünket, hogy két, egymást kiegészítő gondolkodási képesség kap szerepet ebben a fázisban: az induktív gondolkodást használjuk a hipotézisek megfogalmazására, a deduktív gondolkodást pedig a hipotézisekből következtethető jóslatok megalkotására.

A kutatási kérdések megfogalmazása gyakran implicit módon magában foglalja a hipotézisek megalkotását is. A hipotézisalkotás során az előzetes tudásunkhoz kapcsoljuk előrejelzésünket, miközben arra máris magyarázatot, indoklást keresünk. A hipotézis tulajdonsága, hogy tesztelhető. A tanulók, akár egyénileg, akár csoportban dolgoznak, megtanulnak kutatási kérdéseket megfogalmazni, amelyek két változó közötti összehasonlításról vagy összefüggésről szólnak. Mindkét típusú kutatási kérdésnek helye van az osztálytermi kutatási tevékenységekben. Nincs szükség arra, hogy a középiskolában különbséget tegyünk a tudományos és a statisztikai jellegű hipotézisek között, hiszen a kevés számú megfigyelésből nyerhető leíró statisztikai elemzések kielégítőek. Ha azonban felmerül, hogy hány ismétlésre, megfigyelésre vagy mérésre van szükség, a tanárnak felkészültnek kell lennie arra, hogy a sablonos „egy mérés nem mérés” választ meghaladó, az életkornak megfelelő választ adjon.

2. Tervezés és a kísérletek implementációja

Ez a készség, amelyet Wenning (2007) kísérleti eljárások tervezése készségének nevez, arra a szándékolt gondolkodási folyamatra utal, mely a kísérlet megkezdése előtt szükséges. A kísérletek tervezése a következőket foglalhatja magában:

- (a) egy kezdeti kutatási kérdés finomításával speciálisabb kérdésekhez jutni;
- (b) eldönteni, mit akarunk tenni azért, hogy megkapjuk a választ, beleértve ebbe a változók beazonosítását és az úgynevezett „fair testing”¹ alapelvet;
- (c) eldönteni, milyen anyagokra, eszközökre van szüksége a csoportnak;
- (d) eldönteni, hogyan rögzítjük az adatainkat;
- (e) módosítani a kutatási kérdést, ha valami új ötlet fölmerül a kutatás során;
- (f) a végső jelentés fényében reflektálni arra, hogy mit tanultunk a kutatás során.

A hat lépés nem lineárisan követi egymást, hanem a konkrét kutatás függvényében merülnek föl. Ez a kutatási készség és értékelése különösen érzékeny arra, hogy mennyire nyitott az osztálytermi kutatás. Fradd és munkatársai (2001) szerint a kutatási kérdés megfogalmazását ritkán hagyjuk a tanulóra, a tanuló általában a tanár által feltett kérdésre reagál, így a kutatás tervezésének készsége mint időrendben első, értékelhető tanu-

ló kutatási készség kap szerepet. A valódi tudományos kutatásban a hipotézisek megfogalmazása megelőzi a kísérleti elrendezés megtervezését (ld. Kirk, 1995). Természetes, hogy ennek a kutatási készségnek a megléte is megfelelő szintű gondolkodási képességeket feltételez, hiszen például a kísérlet során változtatandó és változatlanul maradó tényezők lehetséges áttekintése a kombinatív gondolkodási képesség működését feltételezi.

3. Együtműködés

A tanulók közötti együtműködés készségének megfigyelése mai napig a nevelés-tudományi kutatások egyik kihívása. Az osztálytermi környezetben a tanár azonban megbízhatóan tudja értékelni az együtműködési készség színvonalát. Az együtműködési készség magas szintjén a tanulók megosztják egymással ötleteiket, és így egymást információforrásként használják. A készség hatékony működése feltételezi, hogy a tanulók egyre inkább tudnak figyelni egymásra, egyre magasabb szinten tudják ötleteiket szavakba önteni és a társas környezetben, másokra figyelve elmondani. Az együtműködés folyamatában fontossá válhat a nem és a társadalmi réteghez tartozás, valamint az akár kulturális különbségekből is fakadó egyéni, személyiségbeli különbségek. Az együtműködés készsége lassan fejlődik, és konstruktív tanári útmutatásra lehet szükség a megfelelő időpontban. Ennek során explicitte tehetők azok a törvényszerűségek, amelyek a csoportmunkát kísérik, így például tudatosíthatjuk a tanulóknak, hogy milyen jellemzői vannak, ha valaki vezetői vagy titkári szerepet tölt be a csoportmunka során.

4. Koherens érvelés

A koherens érvelés a természettudományos gondolkodás készségeire és képességeire épül. Az érvelés a következtetési gondolkodás eszköztárának alkalmazását jelenti, a koherencia pedig arra a kívánalomra utal, miszerint valamennyi rendelkezésre álló

A tanulók közötti együtműködés készségének megfigyelése mai napig a nevelés-tudományi kutatások egyik kihívása. Az osztálytermi környezetben a tanár azonban megbízhatóan tudja értékelni az együtműködési készség színvonalát. Az együtműködési készség magas szintjén a tanulók megosztják egymással ötleteiket, és így egymást információforrásként használják. A készség hatékony működése feltételezi, hogy a tanulók egyre inkább tudnak figyelni egymásra, egyre magasabb szinten tudják ötleteiket szavakba önteni és a társas környezetben, másokra figyelve elmondani. Az együtműködés folyamatában fontossá válhat a nem és a társadalmi réteghez tartozás, valamint az akár kulturális különbségekből is fakadó egyéni, személyiségbeli különbségek. Az együtműködés készsége lassan fejlődik, és konstruktív tanári útmutatásra lehet szükség a megfelelő időpontban. Ennek során explicitte tehetők azok a törvényszerűségek, amelyek a csoportmunkát kísérik, így például tudatosíthatjuk a tanulóknak, hogy milyen jellemzői vannak, ha valaki vezetői vagy titkári szerepet tölt be a csoportmunka során.

adatot, bizonyítékot figyelembe véve történik az érvelés (például a szélsőségesen eltérő egyedi értékekre is magyarázatot kapunk). A készségnek eleme még az is, hogy az előzetes tudást elkülönítsük az eredményektől.

A készség fejlesztése és értékelése minden kutatási fázishoz hozzákapcsolható. Mégis érdemes külön is definiálnunk és középpontba helyeznünk ezt a készséget. Egyrészt az érvelés minősége alapvetően tartalomhoz kötött, tehát nem várható, hogy tetszőleges szaktárgyi tartalom hasonló szinten működjön (ld. erről *Perkins és Salomon, 1992*). Másrészt ez a készség is alkalmas arra, hogy osztálytermi helyzetben, a kutatási folyamat több fázisában a tanár megbízhatóan értékelje, és a visszajelzés által fejlessze. Az előző, együttműködési készséghez hasonlóan itt is fontos a visszajelzés során a jelenségek explicit magyarázata, azaz például jelezni, hogy egy következtetési séma miért nem megfelelő.

Az érvelés készségének fontos eleme még, hogy a tanulók képesek legyenek eldönteni, mely bizonyítékok támogatják és melyek cáfolják hipotéziseiket. Az igazoló, falszifikáló és semleges bizonyítékok közötti különbségtétel a kritikai gondolkodás megfelelő szintjét feltételezi (*Norris és Ennis, 1989; Ennis, 1995; Aktamış és Yenice, 2010; Eklöf, 2013*).

Természettudományos gondolkodási készségek és képességek

A természettudományos gondolkodást gyakran az emberi gondolkodás csúcának tartják. Ide tartoznak azok a – természettudományi tartalmakon is, de más területeken is működő – képességek, mint a deduktív (nyelvi-logikai) képesség, az induktív gondolkodás, a kombinatív és a valószínűségi gondolkodás. A természettudományos gondolkodás absztrakciókat, szimbólumokat használ, és változók, dimenziók segítségével fejezi ki ezek viszonyait.

A természettudományos gondolkodás megjelenését elsősorban a tudományos párbeszéd teszi lehetővé, amikor a tanuló a saját gondolatait kifejezi az érvelés eszközeivel. Az érvelés során adatokat, bizonyítékokat, ábrákat, táblázatokat használunk, és igyekszünk másokat meggyőzni következtetéseink helyességéről.

Osztálytermi helyzetekben elsősorban a következtetési gondolkodás hibái azok, amelyek könnyen megfigyelhetők és kezelhetők. Például amikor egy kísérlet tervezése során egy változót konstansnak tekintünk, míg a többi módosítani szeretnénk, a kombinatív gondolkodás fejlettsége derül ki. Ha két változónk van, és bármelyiket hagyhatjuk változatlanul vagy módosíthatjuk, kombinatorikailag legalább négy esetet kell gondolatban áttekintenünk, és esetleg rajzban is megjelenítenünk. Akkor is, ha a tanulók korábban matematikaórán oldottak már meg hasonló vagy nehezebb kombinatorikai feladatokat, a konkrét természettudományi kísérlet változóin végrehajtva a műveleteket könnyen előfordulhatnak gondolkodási hibák.

Természettudományos műveltség

A műveltség fogalmát hétköznapi helyzetekben gyakran használjuk mint a jól szervezett, sokoldalúan előhívható tudásrendszert leíró kifejezést. A természettudományos műveltség is hasonló értelemben használatos: jól szervezett tudásrendszer, amelyben kulturális értékek is helyet kapnak (*Roberts, 2007*). A természettudományos műveltséget olyan értelemben használjuk, ahogyan az a PISA-felmérésekben kialakult: a jól szervezett tudásrendszer előhívható és felhasználható számos kontextusban (*OECD, 2013*). A természettudományos műveltség definíciója magában foglalja a tudás egyéni és társadalmi hasznosságát. Bár a meghatározásban az egyéni és társadalmi hasznosság, valamint a

sokoldalú, különböző kontextusokon átnyúló alkalmazhatóság is szerepel, az értékelés gyakorlatában a társadalmi és egyéni dimenzió leegyszerűsödik a kontextusok kategóriáira. A természettudományos műveltséget fejlesztő feladatok általában viszonylag hosszú szövegekre épülnek, amelyekben a tanulóknak különbséget kell tenniük fontos és irreleváns adatok között, miközben előzetes tudásukat aktivizálják, és gondolkodási képességeiket működtetik. Az osztálytermi gyakorlatban akkor válik főszereplővé ez a tudásdimenzió, amikor megoldandó problémákat, megválaszolandó kérdéseket keresünk a gyakorlati tapasztalatokból kiindulva, és amikor a kísérlet eredményeinek hasznosíthatóságát vitatjuk meg.

Az értékelés gyakorlata a SAILS projektben

A pedagógiai értékelés egy jól definiált kutatási terület, amely a tanulásra vonatkozó adatok gyűjtésével, elemzésével és felhasználásával foglalkozik (Black, 2000). Az értékelés gyakorlatát a formatív és szummatív értékelés kettőssége jellemzi (Harlen, 2005). Azok az adatok, amelyeket a tanárok a SAILS projektben kifejlesztett tanulási egységek órai használata során gyűjtenek, egyaránt felhasználhatók formatív és szummatív célokra. A formatív értékelés ez esetben a tanulási folyamat közvetlen irányítását és a tanításra vonatkozó döntéseket valósítja meg, a szummatív értékelés pedig arra vonatkozóan szolgáltat információt, hogy az egyes tudáselemek fejlettségi szintje milyen.

A kutatásalapú tanulás során a formatív értékeléshez figyelembe kell venni, hogy aktív tanulói tevékenységek megítéléséről van szó, azaz viszonylag rövid ideig tartó fázisokról kell visszajelzést adni. Ebből következően a visszacsatolás hatással van a következő tanulási fázisra. Az együttműködés és érvelés készségeinél a visszacsatolás hatása ugyanakkor hosszabb távon érvényesül. Az alábbiakban egy-egy példát mutatunk arra, hogy a különböző tudásdimenziók értékelés során milyen eszközöket használtak a projekt résztvevői.

Szaktárgyi tudáselemek

Több tanulási egység szervesen, relevánsan kapcsolódott az adott ország tantervében előírt ismeretanyaghoz. A *Sebesség*, *Elektromosság* és *Ételcímkek* tanulási egységekben a korrekett fogalomhasználat érdekében a tanórák elején brainstorming vagy más technikával megtörtént az előzetes tudás feltárása.

Más esetekben olyan kísérletet tartalmazott a SAILS projekt tanulási egysége, amely nem illeszkedett konkrét tantervi előíráshoz, ugyanakkor a tanulók előzetes hétköznapi tapasztalatainak aktiválása mellett a természettudományos kísérletezés logikájának megismertetéséhez (amely részben szintén tantervi anyagként van számon tartva) kiválóan alkalmasnak bizonyult. Jellegzetes példa a *Pinceáskák* tanulási egység.

Kutatási készségek

1. Hipotézisek megfogalmazása

A *Pinceáskák* tanulási egységben a tanár négyfokú rangskálán (rubrikák) értékelte a hipotézisalkotás készségének fejlettségét. A négy szint neve jellemzően közös volt különféle tanulási egységekhez és készségekhez használt rangskálák esetén (2. táblázat).

2. táblázat. A pinceásvák tanulási egység értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Valamilyen jóslattal előáll a tanuló.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő, amely előrevetíti a kapcsolódást a kísérlet eredményeihez.	Kutatási kérdéshez kapcsolódó, tesztelhető jóslattal áll elő, amely előrevetíti a kapcsolódást a kísérlet eredményeihez, és amely természettudományos gondolkodáson alapszik.

2. Tervezés és a kísérletek implementációja

Ennél a készségnél gyakran megjelentek a háromfokú rangskálák, amelyek a helytelen, részben helyes és helyes analógiáját fejtették ki különböző tartalmakon. A hazai fejlesztésű *A puding próbája* tanulási egységben (ld. Veres, 2016) is ez valósult meg. A részben helyes megoldások jellemzője, hogy a kísérleti változók és azok kapcsolatainak említése rendben van, ám nincs tisztázva, hogy mely változókat változtatjuk a kísérlet során, és melyek maradnak rögzítve. A 3. táblázat a *Növények táplálkozása* tanulási egységhez készített, az előző készség példáján már bemutatott négyfokú skálát mutat be, a konkrét tanulási egység fogalmihoz kötötten.

3. táblázat. A puding próbája tanulási egység értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Precíz eljárás, de kicsi távolság a minták között.	Jelzi a kiválasztott módszert és érvel gyorsasága mellett.	Jelzi a kiválasztott módszert és érvel pontossága mellett.	Jelzi a választott módszert, és a gyorsaság és a pontosság mellett is érvel.

3. Együtműködés

A *Polimerek* tanulási egységben a 4. táblázatban bemutatott önértékelési kérdőívet töltötték ki a tanulók. A négy fokozat a gyakoriság fokozatait jelzi: 1=szinte soha; 2=ritkán; 3=néha; 4=gyakran.

4. táblázat. A csoportmunka önértékelése (részlet)

<i>Csoportmunka értékelése</i>		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Részt vettem a megbeszélésben.				
2.	Figyelmesen hallgattam arra, amit mások mondtak.				
3.	Megoldási javaslattal éltem, és a csoport tagjai azt elfogadták.				
11.	Egyetértettem azzal, amit a barátaim javasoltak.				

A tanári, külső értékelés példaként ismét a már ismert négyfokú skálát mutatjuk példaként (5. táblázat).

5. táblázat. A csoportmunka külső, tanári értékelése

<i>Kezdő</i>	<i>Fejlődő</i>	<i>Konzolidálódó</i>	<i>Kiterjedt</i>
Részt vesz a csoportmunkában, de megszakításokkal. A rábízott feladatot elvégzi, de önként nem jelentkezik feladatvégzésre. Általában passzív megfigyelőként vesz részt a munkában.	Megszakítás nélkül részt vesz a csoportmunkában, de változó intenzitással. Néha önként jelentkezik feladatvégzésre. A vitában kifejezi véleményét, de nem látszik koherensnek és meggyőzőnek.	Aktívan, megszakítás nélkül részt vesz a csoportmunkában. Gyakran vállal önként feladatot a csapat tagjaként. Aktívan részt vesz a vitában és érvekkel alátámasztva támogat véleményeket.	Vezető szerepet játszik a csoportban, aki hatékonyan szervezi a csoportmunkát és segíti társait. Meggyőző érveket hoz a vitákban, de el tudja fogadni mások álláspontját is, ha ők megfelelő érvekkel meggyőzik.

4. Koherens érvelés

Az értékelésnek egy olyan skáláját alkották meg a *Globális felmelegedés* tanulási egység kipróbálói, amely csak számokkal és azokhoz tartozó technikai jelzőkkel értékeli az érvelés minőségét, koherenciáját. Ebben a tanulási egységben a tanulók maguk ítélték meg e feladatban szereplő, kitalált személyek érvelésének minőségét, így ez a skála áttételesen mutatja a tanulók érvelési készségének szintjét (6. táblázat).

6. táblázat. Az érvelési készségek értékelése

<i>Szempont</i>	<i>Kiváló (4)</i>	<i>Jó (3)</i>	<i>Fejlesztendő (2)</i>	<i>Átgondolandó (1)</i>	<i>Pontszám</i>
Meggyőzően érvelnek-e?					
Teljeskörű-e az érvelésük?					
Helyesnek tűnik az érvelésük?					
Helyesnek tűnik a válaszuk?					
				Összes:	

Összegzés

A SAILS projekt neve (Értékelési stratégiák a természettudományok kutatásalapú tanulásához) utal arra az innovatív feladatra, amelyet felvállaltunk: azoknak a tudáselemeknek az értékelésére alakítottunk ki tartalmi kereteket, amelyek értékelése és ezzel együtt fejlesztése a kutatásalapú tanulás megközelítésmódjához kapcsolható. Felhasználva a korábbi TÁMOP projektünkben megalkotott értékelési tartalmi kereteket, kiegészítve azokat a nemzetközi együttműködés során napvilágra került és fontosnak ítélt tényezőkkel, a kutatásalapú tanulás értékelésének négy dimenzióját írtuk le. A természettudományos gondolkodás, a természettudományos műveltség és a szaktárgyi tudáselemek mellett a kutatási folyamatban főszerpet játszó négy kutatási készség értékelésére térünk ki. Ezeknek a készségeknek az értékelésére jellemzően négyfokozatú rangskálás

visszacsatolás bizonyult működőképesnek az osztálytermi gyakorlatban. Ahhoz, hogy a tanulási egységenként és készségenként eltérően definiált értékelési fokozatok a tudományos igényű fejlesztőmunka számára is használhatók legyenek, további vizsgálatokban érdemes kutatni, hogy az értékelés eszközei hogyan és milyen mértékben függenek a konkrét tanulási egységtől, a kutatási készségtől és magától az osztálytermi kultúrától, amelyben azt a tanulás fejlesztésére fölhasználhatjuk.

Jegyzet

¹ A fair testing lényege a természettudományban, körülményt változtatlanul hagyunk, és ezt ellenőriz-
hogy a vizsgálni kívánt hatástól eltekintve minden zük is a kísérlet során.

Irodalom

- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–58.
- Aktamış, H. és Yenice, N. (2010): Determination of the science process skills and critical thinking skill levels. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2. sz. 3282–3288. DOI: [10.1016/j.sbspro.2010.03.502](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.502)
- B. Németh Mária és Korom Erzsébet (2012): A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 59–92.
- Baumfield, V. (2006): Tools for pedagogical inquiry: the impact of teaching thinking skills on teachers. *Oxford Review of Education*, 32. 2. sz. 185–196. DOI: [10.1080/03054980600645362](https://doi.org/10.1080/03054980600645362)
- Black, P. (2000): Research and the development of educational assessment. *Oxford Review of Education*, 26. 3–4. sz. 407–419. DOI: [10.1080/713688540](https://doi.org/10.1080/713688540)
- Bybee, R. W. (2009): *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills. http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf
- Csapó Benő (2001): Az induktív gondolkodás fejlődésének elemzése országos reprezentatív felmérés alapján. *Magyar Pedagógia*, 101. 3. sz. 373–391.
- Csapó Benő (2004): Knowledge and competencies. In: Letschert, J. (szerk.): *The integrated person. How curriculum development relates to new competencies*. CIDREE, Enschede. 35–49.
- Csapó Benő (2008): A tanulás dimenziói és a tudás szerveződése. *Educatio*, 17. 2. sz. 207–217.
- Csapó, B. (2010): Goals of learning and the organization of knowledge. In: Klieme, E., Leutner, D. és Kenk, M. (szerk.): *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik. Beltz, Weinheim, Germany. 12–27.
- Csapó, B. (2012). Developing a framework for diagnostic assessment of early science. In: S Bernholt, S., Neumann, K. és Nentwig, P. (szerk.): *Making it tangible – Learning outcomes in science education*. Waxmann, Münster. 55–78.
- Csapó Benő és Szabó Gábor (2012, szerk.). *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csikós Csaba (2015): A kutatásalapú tanulás: tan-
könyvszerzői és -felhasználói szemmel. OFI, Buda-
pest.
- Csikós Csaba és Csapó Benő (2011): A diagnosztikus matematika felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 141–168.
- Csikós Csaba és Verschaffel, L. (2011): A matematikai műveltség és a matematikatudás alkalmazása. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 59–97.
- Eklöf, A. (2013): A long and winding path: Requirements for critical thinking in project work. *Culture and Social Interaction*, 2. 2. sz. 61–74. DOI: [10.1016/j.lcsi.2012.11.001](https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.11.001)
- Ennis, R. H. (1995): *Critical thinking*. Prentice Hall, New York.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. és Saxton, M. K. (2001): Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25. 4. sz. 417–439. DOI: [10.1080/15235882.2001.11074464](https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464)
- Harlen, W. (2005): *Teaching, learning and assessing science 5–12*. Sage Publications, London.

- Korom Erzsébet, B. Németh Mária, Nagy Lászlóné és Csapó Benő (2012): A diagnosztikus természettudomány-felmérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 151–177.
- Kirk, R. E. (1995): *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Harmadik kiadás. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.
- Korom Erzsébet (2001): A fogalmi fejlődés és a fogalmak hatékony tanulása. In: Csapó Benő és Vidákovich Tibor (szerk.): *Neveléstudomány az ezredfordulón*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 106–116.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Korom Erzsébet és Szabó Gábor (2012). A természettudomány tanításának és felmérésének diszciplináris és tantervi szempontjai. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 93–150.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R. és Soloway, E. (2000): Instructional, Curricular, and Technological Supports for Inquiry in Science Classrooms. In: Minstrell, J. és van Zee, E. H. (szerk.): *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*. American Association for the Advancement of Science, Washington. 283–315.
- Mullis, I. V. S. és Martin, M. O. (2013, szerk.): *TIMSS 2015 assessment frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás (inquiry-based learning/teaching, IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 31–51.
- Norris, S. P. és Ennis, R. H. (1989): *Evaluating critical thinking*. Midwest Publications Critical Thinking Press, Pacific Grove, CA.
- OECD (2003): *Learners for life: Student approaches to learning. Results from PISA 2000*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264103917-en](https://doi.org/10.1787/9789264103917-en)
- OECD (2005): *Problem solving for tomorrow's World. First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264006430-en](https://doi.org/10.1787/9789264006430-en)
- OECD (2014): *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' skills in tackling real-life problems (Volume V)*. OECD, Paris. DOI: [10.1787/9789264208070-en](https://doi.org/10.1787/9789264208070-en)
- OECD (2013): *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing. DOI: [10.1787/9789264190511-en](https://doi.org/10.1787/9789264190511-en)
- Overton, W. F. (1990, szerk.): *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives*. Psychology Press. DOI: [10.4324/9780203771198](https://doi.org/10.4324/9780203771198)
- Perkins, D. N. és Salomon, G. (1989): Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, **18**. 1. sz. 16–25. DOI: [10.3102/0013189x018001016](https://doi.org/10.3102/0013189x018001016)
- Veres Gábor (2016): Gondolkodás- és képességfejlesztés: Kihívások és megoldások a SAILS projektben. *Iskolakultúra*, **26**. 3. sz. 43–56.
- Vidákovich Tibor (2008): A tapasztalati következtetés fejlődése az óvodától a középiskoláig. *Magyar Pedagógia*, **108**. 3. sz. 199–224.
- Walker, M. (2007): *Teaching inquiry based science*. Lightning Source, LaVergne, TN.
- Wenning, C. J. (2007): Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, **4**. 2. sz. 21–24.