ÁLTALÁNOS ISKOLAI TANULÓK ANYAGSZERKEZETTEL ÉS ANYAGI VÁLTOZÁSOKKAL KAPCSOLATOS FOGALMAINAK FEJLŐDÉSE

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Dobóné Tarai Éva

Témavezető: Dr. Tóth Zoltán

Debreceni Egyetem

Kémia Doktori Iskola

Debrecen, 2008

1. Bevezetés és célkitűzések

A természettudományos oktatás – ezen belül a kémia különösen – olyan gondokkal küzd, amelyek miatt az iskolai kémiaoktatás az esetek jelentős részében nem tudja teljesíteni azt a társadalmi elvárást, hogy a széles tömegek számára korszerű és használható tudást nyújtson. A rendkívül szerteágazó kérdéskör hátterében elsősorban a kémia nagyfokú absztrakciót igénylő vizsgálódási köre és sajátos nyelvezete áll, de gazdasági, társadalmi, munkaerő-piaci tényezők is szerepet játszanak a kémia tantárgy tanításának sikertelenségében és népszerűségvesztésében. A tanítás hatékonyságát közvetlenül befolyásoló tantervi, oktatásszervezési, módszertani és gyakorlati kérdések közül a dolgozat az ismeretelsajátítási folyamattal, ezen belül a tanulási nehézségek okai között szereplő fogalmi megértéssel foglalkozik.

A dolgozat a fogalmi fejlődést konstruktív pedagógiai alapállásból szemléli, elfogadva azt a kiindulópontot, hogy a tanuló az ismeretelsajátítási folyamatban nem passzív befogadó, hanem aktív szereplőként önmaga hozza létre a tudását előzetes ismeretei talaján. Valódi tanulásról csak akkor beszélhetünk, ha az új fogalom beágyazódik a megelőző ismeretek hálójába és ott szerteágazó kapcsolatokkal rögzül. A kémiatanulás sikertelensége és a megértési nehézségek sok esetben abból fakadnak, hogy a tanuló fogalmi hálója, előzetes tudásának tartalma, vagy szervezettsége nem teszi lehetővé az új ismeret rögzítését, ami nagyon gyakran tévképzetek kialakulásához vezet.

A dolgozat célja, hogy a fogalmi fejlődéssel és a tévképzetkutatásokkal kapcsolatos eddigi eredmények áttekintése mellett újabb adatokat szolgáltasson a fogalmi megértésről és annak zavarairól, elsősorban az alapszintű kémiaoktatásban szereplő fogalmakkal kapcsolatban. A tudástér-elmélet alapjain kidolgozott elemző eljárást felhasználva bemutatja, hogyan hasonlítható össze tanulócsoportok tudásszerkezete, és tanulási útjai, és javaslatokat tesz olyan diagnosztizáló eszközök lehetséges felhasználására, amellyel a tanulási folyamat optimalizálható. A dolgozat két empirikus vizsgálat eredményeiről és egy, a későbbiekben diagnosztikai céllal használható eszköz kipróbálásának tapasztalatairól számol be.

1.1. Kutatási kérdések

1.1.1. Iskolakezdők esetében:

Az első vizsgálat iskolakezdő gyerekek vízzel, a víz állapotaival és a víz tisztításával kapcsolatos előzetes tudását vizsgálta. Az egyéni fogalmi fejlettség megállapításán, valamint a tévképzetek detektálásán és kategorizálásán túlmenően új elemző eljárások felhasználásával

földrajzilag és településtípust tekintve különböző tanulócsoportok tudásszerkezetének összehasonlítására is mód nyílt. A vizsgálat célja volt annak megállapítása:

- Hogyan értelmezik a vízzel kapcsolatos alapvető jelenségeket – halmazállapot változás, oldódás – az iskolai tanulmányaikat kezdő gyerekek?
- Megfigyelhető-e az előbbi fogalmak egymásra épülése, kialakul-e valamilyen hierarchia közöttük a gyerekek gondolkodásában?
- A tudástér-elmélet módszertani alapjain kirajzolódik-e egy tanulócsoport tudásszerkezete a vizsgált témakörökben?
- Mutatkozik-e földrajzi különbség a nagyvárosi és fővárosi, valamint a magyar és német gyerekek vízzel kapcsolatos előzetes tudásának tartalmában és szerkezetében?
- Megfigyelhetők-e a nemzetközi szakirodalomban leírt, kémiai alapfogalmakhoz kötődő gyermektudományos elméletek a hazai általános iskolások körében?
- Előfordulnak-e a vízzel, a víz szerkezetével és a víz állapotaival kapcsolatos tévképzetek az iskolakezdőknél?
- Megfigyelhető-e a tévképzetek előfordulása között kapcsolat, bizonyos hiedelmek valószínűsítik-e más tévképzetek előfordulását?
- A „Rostocki Modell” didaktikai koncepció alkalmas eszköz-e a tanulók tudományos fogalmai kialakításának elősegítésére?

Feltételeztem, hogy a gyerekeknek már a szervezett oktatás megkezdése előtt is van elképzelése a vízzel kapcsolatos jelenségek magyarázatára, ugyanakkor valószínűsíthető volt bizonyos tévképzetek felbukkanása. A tudásszerkezet-elemzéstől a tartalmi és a mennyiségi elemzésekkel kapott eredmények megerősítését, esetleg új aspektusok megjelenését vártam. A tanulócsoportok előzetes tudása különbözősége tekintetében nem voltak határozott várakozásaim.

1.1.2. Kémiai tanulmányaikat kezdők esetében:

A vizsgálat második része a kémiai tanulmányaikat éppen megkezdő 7-8. osztályos (12-15 éves) tanulókat érintette. A következő kérdésekre kerestem választ:

- Milyen előzetes ismeretekkel rendelkeznek az általános iskolai kémiai tanulmányaikat megkezdő gyerekek (elsősorban a 12-15 évesek) az égéssel, a tömegmegmaradással, az oldódással és a halmazállapot-változásokkal kapcsolatban?
- Megállapítható-e hierarchikus kapcsolat a vizsgált fogalmak között?
- Léteznek-e az egyes korosztályok fogalmi megértését jellemző tanulási utak?

- Milyen gyermektudományos elméletek élnek a magyar 9-15 évesek körében az égéssel, a gázokkal, a halmazállapot-változásokkal, az oldódással és a tömegmegmaradással kapcsolatban?
- Milyen szinten áll az anyagi változások mennyiségi viszonyainak megértése, tisztázódott-e a tömeg, a térfogat és a sűrűség fogalmának különbsége?

Az alapmérést kiegészítette egy olyan vizsgálat, amely kész, a szakirodalomban már ismertetett tévképzetekkel szembesítette a tanulókat. A fogalmi fejlődés tendenciái megismerése érdekében kis létszámú fiatalabb (9-12 éves) és idősebb (16-17 éves és felnőtt) csoportot is megvizsgáltam, a következőkre keresve a választ:

- Megfigyelhető-e valamilyen összefüggés a tévképzetek megjelenése és az életkor, a nem, a kémia iránti attitűd és a kémia órai eredményesség között?
- Érvényesül-e a tévképzetek kapcsoltsága, várható-e, hogy bizonyos típusú tévképzetek előfordulása valószínűsíti más tévképzetek megjelenését?
- Mennyire következetesek a gyerekek a tévképzeteikben, vagy az eltérő kontextus ugyanazzal a jelenséggel kapcsolatban más tévképzeteket mozgósít?

Feltételeztem, hogy a vizsgált fogalmakkal kapcsolatban a magyar gyerekeknél is megfigyelhetők tévképzetek, de számuk az életkorral és a tanulmányaik előrehaladtával csökken, vagy legalább tartalmilag módosul. Gyakorlati tapasztalataim alapján a mennyiségi fogalmakkal kapcsolatos nehézségekre számítottam és feltételeztem, hogy a tévképzetek megjelenése nem véletlenszerű, hanem bizonyos típusok valószínűsítik mások előfordulását. Feltételeztem továbbá, hogy a tanulócsoportra jellemző tudásszerkezet visszatükrözi a mennyiségi és tartalmi elemzés alapján megállapított megértési nehézségeket.

2. A vizsgálat módszerei

2.1. Adatfelvétel, minta

2.1.1. Iskolakezdők esetében:

Az első vizsgálat egy jelenleg is zajló nemzetköz projekt, „A tanulás folyamatának vizsgálata a természettudományos és gyakorlati ismeretek elsajátításában kisiskolás tanulóknál” című együttműködés keretein belül történt. A kísérletekkel egybekötött strukturált interjúkat 2004 őszen vettük fel két budapesti, egy debreceni és egy rostocki tanulócsoportnál, összesen 92 iskolakezdő esetében. A kísérletek és az interjú kérdései a víz halmazállapotainak, halmazállapot-változásainak megértését és a víztisztítási eljárásokkal kapcsolatos tájékozottságot vizsgálták.

2.1.2. Kémiai tanulmányaikat kezdők esetében:

A második vizsgálat több részből állt, és időben is szakaszolva történt. A vizsgálat vázát alkotó nagymintás mérést 2002 őszén végeztem Budapest XIII. kerületének 14 általános iskolájában, összesen 1032 hetedik-nyolcadik osztályos tanulóval. A tanulók „A” és „B” változatban elkészített nyíltvégű kérdéseket tartalmazó feladatlapot oldottak meg, amellyel a gázok viselkedésének, az égés, és az oldódás folyamatainak és a hozzájuk kapcsolódó mennyiségi viszonyoknak a megértését vizsgáltam. A vizsgálat második szakaszában, 2005 tavaszán egy XIII. kerületi általános iskola negyedik-ötödik-hatodik osztályos tanulóinak (összesen 103 fő) tettem fel ugyanezeket a kérdéseket annak érdekében, hogy világosabban kirajzolódjanak az életkorokon áthúzódó megértési nehézségek. Az utolsó adatfelvétel 2007 tavaszán történt, három XIII. kerületi általános iskola hetedikesei és nyolcadikosai, az egyik általános iskola egyik ötödik osztálya, valamint egy gimnázium hetedikesei és tizedikesei, összesen 150-en vettek részt a vizsgálatban. Olyan állításokról kellett véleményt alkotniuk, amelyek egy része a szakirodalomban bemutatott tévképzet volt. A vizsgálatba bevontam 19 nem szakértő felnőttet, olyan tanárokat, akik között előfordult ugyan természettudományos tantárgyat tanító (fizika, biológia, földrajz), de egyikük sem volt kémia szakos. A vizsgálattal szerettem volna kideríteni, hogy a problémafeladatokban felmerülő tévképzeteket közvetlen találkozások alkalmával is „felvállalják-e” a gyerekek, előfordulnak-e olyan megértési nehézségek és tévképzet típusok, amelyek rendszeresen együtt fordulnak elő, valamint, lehetséges-e ilyen módon összeállított kérdőívekkel, mint gyors tesztekkel a csoportok adott témával kapcsolatos tévképzeteit diagnosztizálni. A feladatlapokon szereplő háttérváltozók alapján életkori, nemi és attitűdbeli különbségek alapján összehasonlításokra nyílt lehetőség.

2.2. Az értékelés módszerei

Az adatok feldolgozása minden korcsoport esetében több szinten történt. A tartalmi elemzést kiegészítette a mennyiségi értékelés és a csoportok összehasonlítása statisztikai módszerek segítségével Az egyéni eredményekből következtetni lehetett az egyes tanulók megértési szintjére, de a tudástér-elmélet elvi alapjain kifejlesztett tudásszerkezet-elemzéssel a tanulócsoportok más jellegű összehasonlítására is lehetőség nyílt. Minden csoport és téma esetében meghatároztam az adott csoportra jellemző tanulási utat, amely kifejezi, hogy az adott témakör fogalmai mennyire könnyűek, vagy nehezek a gyerekek számára a fogalmak hierarchiában elfoglalt helyétől, illetve a tanulók előzetes tudásától függően.

3. Új tudományos eredmények

3.1. Iskolakezdők vízhez kötődő fogalmaival kapcsolatban

3.1.1. A párolgás jelenségének gyermeki értelmezése összecseng a nemzetközi tapasztalatokkal.

Az a mód, ahogyan a gyerekek a nedves tenyérlenyomat eltűnését magyarázzák, közvetett információkat szolgáltat az anyagszemléletük fejlettségéről és az anyagmegmaradással kapcsolatos elképzeléseikről. Az általam vizsgált korosztály átmenetet képvisel a „víz eltűnik, megsemmisül" típusú felfogás és a tömegmegmaradás kezdeti elfogadását képviselő, „beszívódik" típusú magyarázatok között. A 11 évesekre jellemző, a színtelen gázok létezését elfogadó magyarázat nyomai csak két esetben voltak felfedezhetők.

3.1.2. Az oldódás folyamatának értelmezése a hazai kisdiákok körében is az „eltűnik, vízzé válik, elolvad, feloldódik és láthatatlan részecskék formájában az oldatban van" lépéseken keresztül fejlődik.

A strukturált interjú módszere alkalmas volt arra is, hogy a gyerekek gondolkodásmódjába bepillantást nyerjünk. A hibásan használt elolvad kifejezés mögött például, a megkérdezettek egyharmadánál az oldódás helyes értelmezésére derült fény a szóbeli magyarázat alapján.

3.1.3. Az anyag szerkezetéről alkotott gyermeki elképzelések viszonylag koherens hátteret biztosítanak a különböző jelenségek értelmezésénél.

Bár egyes gyerekek bizonyos problémákat az anyag folytonos modellje alapján, míg másokat makro-részecske szemlélettel oldottak meg, a többség inkább az egyik, vagy a másik csoportba volt sorolható. A vizsgált tíz probléma-pár közül hét esetben valószínűsíthető volt a magyarázat várható típusa. Aki például az oldódást makro-részecske szinten értelmezte, nagy valószínűséggel a szűrés folyamatát is ilyen alapállásból közelítette meg. A kialakulatlan fogalmi keretből az eltérő helyzetekben más-más hiedelmek, magyarázatok, általánosított tapasztalatok kerültek a felszínre, amelyek ellentmondhattak ugyan a tudományos álláspontnak, de a válaszok mégis egy fajta belső koherenciával rendelkeztek.

3.1.4. A víz állapotai témakörben a tartalmi, a mennyiségi és a strukturális elemzések eredményei nem mutattak lényeges eltérést a földrajzilag különböző csoportok között

3.1.5. A tudásszerkezet-elemzéssel kapott eredmények összhangban vannak a tartalmi és a mennyiségi elemzés eredményeivel.

A tudásszerkezet-elemzés alkalmas eszköznek bizonyult arra, hogy betekintést nyerjünk a tanulási folyamatba, megállapítsuk, hogy egy-egy tanulócsoport milyen tanulási utat jár be és tagjai milyen sorrendben sajátítják el a fogalmakat. A tanulási utak alapvető jellemvonásaikban hasonlóságot mutattak. Mindegyik csoport tanulási útja a jég olvadása értelmezésével kezdődött, majd a különböző anyagok oldása következett. Mindhárom szintű elemzés a párolgás fogalmának megértési nehézségeit mutatta ki, és mind a négy csoport esetében ez mutatkozott a kritikus feladatnak is, annak a tudáselemnek a vizsgált tudástérben, amelyik további tárgyalása, megbeszélése a legnagyobb haszonnal kecsegtet, mert a tanulók legnagyobb arányban ennek a befogadására voltak felkészülve.

3.1.6. A tanulók kognitív struktúrájában a tudáselemek hierarchikus kapcsolatban vannak egymással.

A víz tisztítása témakörben a mennyiségi- és a strukturális elemzések is a tanulócsoportok különbözőségét mutatták ki, feltehetően a vizsgált témához kapcsolódó előzetes tapasztalatok eltérése miatt. Ugyanakkor, mindegyik tanulócsoport esetében a talajjal szennyezett víz megtisztítására vonatkozó tudáselemre hierarchikusan ráépül a tintás víz tisztításához kapcsolódó tudáselem. Ahhoz tehát, hogy a tanuló érdemi javaslattal élhessen a tinta eltávolítására, értenie kell a talajjal szennyezett víz megtisztításának elvi hátterét.

3.1.7. A „Rostocki Modell" didaktikai koncepció alkalmas eszköznek bizonyult a tanulók tudományos fogalmainak kialakítására

A „Rostocki Modell" didaktikai koncepció alapján tervezett és megvalósított tanítási egység statisztikailag mérhető hatást gyakorolt az első osztályosok vízzel kapcsolatos gondolkodásmódjára. A tanítás előtt a vízzel kapcsolatban a tanulók általában hétköznapi fogalmakat használtak, míg a tanítás után megjelentek a tudományos fogalmak is, bár vagy teljesen elkülönülten, vagy úgy, hogy a tudományos fogalmak a hétköznapiakra épültek rá.

3.2. Kémiai tanulmányaikat kezdők anyagszerkezethez, anyagi változásokhoz kötődő fogalmaikkal kapcsolatban

3.2.1. A nemzetközi és hazai irodalomban leírt tévképzetek az általam vizsgált 9-15 éves magyar diákok körében is megjelentek. Új tévképzet-típusokat nem, de egyedi megfogalmazásokat találtam („…táplálékát a tűz kinyerte")

3.2.2. A fiatalabb és idősebb diákok nem különböznek a tévképzetek számát tekintve, de eltérés mutatkozott a tévképzetek tartalmában és kidolgozottságában.

A vizsgált kérdésekhez kapcsolódóan minden korosztályban átlagosan 1,8 darab tévképzet jutott minden tanulóra. A gyerekek kétharmadának legalább egy-két tévképzete volt, mindössze egy tizedüknél nem derült fény tévképzet jelenlétére. A fiatalabbak gyermektudományos magyarázatai egyszerűbbek és kevesebb eleműek, az idősebbekében jól felismerhetők a bővülő ismeretek. Hibás válaszaiknak is csak egy része tévképzet, számos esetben a tanulási folyamatból adódó átmeneti állapot következménye.

3.2.3. A vizsgált korosztályban kimutatható a gázok viselkedésével, szerkezetével és mennyiségi viszonyaival kapcsolatos fogalmi fejlődés. Az eredmények többségükben a nemzetközi adatokhoz hasonlóak.

Az arisztotelészi folytonos anyagképtől a flogisztonista elképzeléseken keresztül a kialakulóban lévő részecskeszemléletig a fogalmi fejlődés nagyon eltérő szintjein állnak ugyanannak a tanulócsoportnak a diákjai. A pedagógiai gyakorlat számára kikerülhetetlen az előzetes tudás feltárása és a differenciált munkaformák alkalmazása. A gázok anyagként való elfogadásával kapcsolatban a *Séré* (1985) adataihoz hasonló arányokat figyeltem meg. Mindkét vizsgálatban a megkérdezettek fele gondolta úgy, hogy a levegő összenyomásával a tömege csökkenni fog. A gázok részecskeszemléletű értelmezését *Novick* és *Nussbaum* (1978) eredményeihez képest kisebb mértékben tapasztaltam. Az általuk vizsgált 14 évesek kétharmada mutatott részecskeszemléletet, míg az általam vizsgált csoportnak mindössze egynegyede.

3.2.4. A mennyiségi fogalmak (tömeg, térfogat, sűrűség, töménység) használatában nagyon sok bizonytalanság tapasztalható.

A 6-11 évesek többsége nem tud különbséget tenni a fenti fogalmak között, és nem érti a közöttük lévő összefüggéseket. A 12-14 évesek még mindig bizonytalanok a használatukban, gyakori, hogy egymás szinonimájaként tűntetik fel a válaszaikban. Pontos megértésükhöz a megfelelő anyagszemlélet kialakulása nélkülözhetetlen.

3.2.5. A tanulók gondolkodásában kimutatható a gázokkal kapcsolatos fogalmak hierarchikus kapcsolata.

A gázok mennyiségi viszonyaival, a levegő anyagként való elfogadásával, a gázhalmazállapot értelmezésével és a felfújt- és leeresztett kerékpárgumiban lévő levegő légzési gázként való azonosításával kapcsolatban nem véletlenszerűen bukkannak fel tévképzetek, mert a problémák megértéséhez szükséges fogalmak hierarchikusan egymásra épülnek. Az a tanuló, aki a levegőt (színtelen gázokat) nem tekinti anyagnak, mennyiségi fogalmakat (tömeg, térfogat) sem rendel hozzá, tehát nem tudja helyesen megoldani az ehhez kapcsolódó

problémákat. A mennyiségekre vonatkozó kérdések indikátorként viselkedtek, az ezekre adott hibás válaszok egyéb megértési nehézségeket is valószínűsítettek.

3.2.6. A vizsgált témakörök esetén a 12-15 évesek körében kimutatható a tévképzetek együttes előfordulása.

Azokra a gyerekekre, akik esetében az égéssel kapcsolatban gyermektudományra utaló jelek tűntek fel, inkább volt jellemző az oldódás mennyiségi viszonyaival és a levegő anyagként való elfogadásával kapcsolatos tévképzet is.

3.2.7. Mennyiségi szempontból a 12-15 évesek statisztikailag jobb eredményt értek el, mint a fiatalabbak, a lányok és a fiúk teljesítménye és tévképzeteik száma között nem volt kimutatható különbség. A megjelenő tévképzetek száma és a teljesítmények között azonban – várakozásaimnak megfelelően – szoros, negatív összefüggés mutatkozott

3.2.8. A tudásszerkezet-elemzés alkalmas eszköznek bizonyult a tartalmi és a mennyiségi elemzések kiegészítésére.

Mindkét életkori csoport esetében meghatározható volt egy–egy, a csoportra jellemző tanulási út. A tanulási út elejére azok a feladatok kerültek, amelyek a mennyiségi elemzés alapján is könnyebbnek bizonyultak (papír égésének alapszintű értelmezése könnyű, mennyiségi viszonyok megértése nehezebb, színtelen gázok részecskeszemléletű ábrázolása a legnehezebb) és ezekhez kevesebb tévképzet is társult. Ugyanakkor segítségével a fogalmak hierarchikus kapcsolata is kimutatható volt. A tanulócsoportok mennyiségi elemzéssel kimutatható különbségét a tudásszerkezetek aszimmetrikus felépítése is alátámasztotta.

A tévképzeteket vizsgáló II. feladatlap elemzése alapján a következő megállapításokat tettem:

3.2.9. Az életkor előrehaladtával csökkent a tévképzetek száma, de a felnőttek esetében is megfigyelhetők tévképzetek (a tizedikesekéhez hasonló számban és tartalommal).

3.2.10. A tévképzetek mennyiségét a kémiai tanulmányaikat kezdők (13-15 évesek) körében nem befolyásolta a megkérdezettek neme, és a kémiához kötődő továbbtanulási tervek megléte, vagy hiánya.

3.2.11. A kémia és a fizika tantárgyak kedveltsége és a tévképzetek száma között statisztikailag kimutatható negatív összefüggés mutatkozott.

3.2.12. A vizsgált témakörök között alig volt különbség a tévképzetek gyakoriságát tekintve, ami azt jelentheti, hogy a tévképzetek megléte általában nemcsak egy

konkrét fogalomhoz köthető, hanem az anyagi világ értelmezésének egyfajta téves szemléletmódját jelzi. Sikerült kimutatnom „tévképzet-családok”-at: a folyékony halmazállapot megértésével kapcsolatos tévképzetek például erősen valószínűsítették a szilárd anyagok szerkezetéhez és tulajdonságaihoz kötődő tévképzetek meglétét, illetve az anyagi részecskék hibás értelmezését.

Ennek részben ellentmond az a nemzetközileg is ismert és általam is tapasztalt tény, hogy a frargmentált tudáselemek bizonyos hívószavak hatására bukkannak felszínre a formálódó és képlékeny fogalmi szerkezetből. Bizonyos fogalmakat egyes szövegkörnyezetben helyesen használt ugyanaz a tanuló, még eltérő kontextusban nem.

3.2.13. A tartalmi elemzésből kiderült, hogy az anyagi változások elsajátításának kulcsa az anyagi részecskék és az anyagszerkezet fogalmának megértése. Az ez alapján kialakulatlan anyagszemléletű és nagyobb mértékben részecskeszemléletű csoportokat összehasonlítva az inkább részecskeszemléletű csoport statisztikailag jobb eredményt ért el a feladatlapon, kevesebb tévképzettel rendelkezett, a tudásszerkezete a magasabb szinteket reprezentáló tudáselemekben gazdagabb volt, a tanulási útja eltért a kezdetlegesebb anyagfelfogású csoportétól és az éppen lejátszódó fogalmi váltásokat sejtető átmeneti állapotot tükrözte.

4. Az eredmények alkalmazási lehetőségei

A természettudományos tárgyak tanításánál különösen érvényes Ausubel megállapítása: *„A tanuló tudását befolyásoló legfontosabb tényező az, amit már tud. Meg kell ismerni azt, és a szerint kell tanítani.”* A kémiatanár elemi érdeke, hogy tisztában legyen tanítványai anyagi világról alkotott elképzeléseivel, magyarázórendszereivel, esetleges tévképzeteivel, hiszen e nélkül a tudás nélkül csak bizonytalan talajon álló, átmeneti építményeket tudunk létrehozni tanítványaink tudásszerkezetében.

Előbbiek a kémiatanár-társadalom szemléletváltását és módszertani megújulását igénylik. Amennyiben a kutatásaimban használt tájékozódó jellegű mérőlapok, kérdőívek, vagy interjúvázlatokhoz hasonló, de tematikusan csoportosított, kipróbált, értékelt, standardizált eszközök állnak a tanárkollégák rendelkezésére, napi gyakorlattá válhat, hogy egy–egy új fogalom bevezetése előtt rutinszerű eljárással tájékozódjunk tanítványaink előzetes tudásáról, és ennek ismeretében tervezzük meg a tanítási folyamatot. Az olyan új oktatástechnikai eszközök, mint az interaktív tábla és a hozzájuk tartozó szavazóegységek várható és ígért gyors elterjedésével még a tanári feladatok sem nőnek aránytalan mértékben, hiszen nem kell bajlódnunk a kérdőívek javításával, azonnali visszajelzést kapunk nemcsak az

osztályról általában, hanem az egyénekről is, külön-külön. A következő óra tervezésénél ennek ismeretében választhatjuk ki azt a didaktikai eszközt, amely legjobban illeszkedik az adott tanulócsoport profiljához, és a megtanítandó fogalom természetéhez, és amely alkalmasnak tűnik a fogalmi váltások generálására.

Évek óta a „levegőben van”, és a tanár társadalom egy része (messze nem általánosan) már érti és elfogadja a tényt, hogy a tanárszerep átértékelődik, a tudás egyedüli birtokosa szerepet – bármennyire is fájó – fel kell adnunk. Szerencsére az új tantervi irányzatok a kompetencia alapú oktatást helyezik előtérbe, és ez kedvez a konstruktivista törekvéseknek. A szociális kompetenciák fejlesztésére például alkalmas lehet egy olyan óra eleji csoportos megbeszélés, vagy vita, amelyben egy előzetesen feltárt, a csoportra jellemző tévképzethez kapcsolódóan a tanár provokatív kísérlettel, vagy problémafeladattal stimulálja a tanulókat a vélemények artikulálására, ütköztetésére, érvelésre. Mindezt úgy szervezi, hogy elősegítse a fogalom tudományos igényű megértését és a fogalmi váltást.

A gyakorlati pedagógia számára hasznos információkkal szolgálhat egy olyan módszer alkalmazása is, amely nem elsősorban az egyéni teljesítményeket méri, hanem a tanulócsoport pillanatnyi felkészültségéről, előismereteiről tájékoztatja a tanárt. A vizsgálatomban alkalmazott tudástér-elmélet segítségével képet kaptam a tanulócsoportok tudásszerkezetéről, a fogalmak elsajátításának lehetséges sorrendjéről, a tanulócsoport által bejárt tanulási útról. A válaszok strukturális elemzése eredményeiből következtethetünk a fogalmak megértésének szintjére, a fogalmi hálózatba ágyazottságának mértékére. A tanulók válaszait összehasonlítva egy, a feladatok egymásra épültségét feltételező szakértői hierarchiával kiderül, melyik az a feladat, vagy tudáselem, amely a továbbiakban leggazdaságosabban tárgyalható, vagyis aminek befogadására a tanulócsoport előzetes ismeretei alapján leginkább felkészült. A módszer segítségével a tanítási folyamat optimalizálható, hiszen elkerülhetjük a mindenki számára ismert fogalmak túlbeszélését, vagy olyan téma tárgyalását, amelynek elsajátítására megfelelően rögzített előismeretek hiányában a csoport még nem alkalmas. A módszer jelenlegi állapotában még kissé nehézkes, további feladat lehet alkalmassá tenni a gyakorlati felhasználásra.

Kutatásaim számos újabb kérdést vetettek fel, amelyek egy részének megválaszolására hipotéziseket alkottam, mások nyitva maradtak és a kutatások jövőbeni folytatására várnak.

5. Tudományos publikációk

5.1.Az értekezés témájához közvetlenül kapcsolódó publikációk

5.1.1. Refererált, nemzetközi folyóiratban megjelent tudományos közlemények adatai

1. Ilona K. Schneider, Franz Oberländer, Zoltán Tóth, Éva Dobó-Tarai, Ibolya Revakne Markóczi
Natural scientific learning in primary schools: The Rostock Model
Practice and Theory in Systems of Education, *Vol. 1. No. 2.* (2006) pp. 1-23.
(http://eduscience.fw.hu).

2. Zoltán Tóth, Éva Dobó-Tarai, Ibolya Revák-Markóczi, Ilona K. Schneider, Franz Oberländer
1st Graders prior knowledge about water: Knowledge Space Theory applied to interview data
Journal of Science Education, *Vol. 8. No. 2.* (2007) pp. 116-119.

3. Ibolya Markóczi-Revák, Beáta Kosztin-Tóth, Zoltán Tóth, Éva Dobó-Tarai, Ilona K. Schneider, Franz Oberländer
Effects of applying the Rostock Model on metacognitive development of pupils
Journal of Science Education, Vol. 9. No. 2. (2008) pp. 94-99.

4. Zoltán Tóth, Ibolya Revák-Markóczi, Ilona K. Schneider, Franz Oberländer, Éva Dobó-Tarai
Effect of instruction on 1st graders' thinking patterns regarding the description of water with every day and scientific concepts
Practice and Theory in Systems of Education, Vol. 3. No. 1. (2008) pp. 45-54.

(*http://eduscience.fw.hu*).

5.1.2. Referált, magyar nyelvű folyóiratban megjelent közlemény:

Dobóné Tarai Éva
Általános iskolai tanulók tudásszerkezete
Iskolakultúra. 17. évfolyam, 7-8. szám (2007) 119-131.

5.1.3. Nem referált folyóiratokban megjelent közlemények

1. Dobóné Tarai Éva
Gyermektudományos elméletek az égéssel kapcsolatban
Középiskolai Kémiai Lapok, *XXXI évfolyam, 2. szám* (2004) 186-194.

2**.** Dobóné Tarai Éva
Tanulói elképzelések az anyag részecsketermészetével kapcsolatban
Középiskolai Kémiai Lapok, XXXI. évfolyam, 3. szám (2004) 285-296

3. Dobóné Tarai Éva
Oldódás - ahogy a gyerekek látják
Középiskolai Kémiai Lapok, XXXI. évfolyam, 4. szám (2004) 352-361

4. Dobóné Tarai Éva
Kémiai fogalmak és gyermektudományos elméletek
A Kémia Tanítása, *13. évfolyam, 2. szám* (2005) 12-19.

5.1.4. Konferenciákon tartott előadások:

1. Dobóné Tarai Éva, Tóth Zoltán:
Az égéssel, tömegmegmaradással, és az anyag részecske-természetével kapcsolatos gyermektudományos elméletek vizsgálata
XXI. Országos Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004. (Előadásösszefoglalók, 78-79. o.)

2. Dobóné Tarai Éva:
A „lélegző biciklikerék", avagy mi van a leeresztett kerékpárgumiban?- természettudományos fogalmak és gyermektudományos elméletek
IV. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2004. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 307. o.)

3. Dobóné Tarai Éva
States of water- Knowledge Space Theory- 1st graders knowledge structure about water and change of water
Angol nyelvű előadás a project megbeszélésen (Rostock, 2005.)

4. Dobóné Tarai Éva
Az anyag állapotával kapcsolatos fogalmak fejlődésének interjúkon alapuló vizsgálata
V. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2005. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 158. o.)

5. Dobóné Tarai Éva, Tóth Zoltán, Revákné Markóczi Ibolya, Ilona Schneider, Franz Oberlaender
Anyagi halmazokkal kapcsolatos fogalmak vizsgálata
XXII. Országos Kémiatanári Konferencia, Veszprém, 2006. (Előadásösszefoglalók, 46.o.)

6. Dobóné Tarai Éva
Általános iskolás tanulóknak az anyaggal és változásaival kapcsolatos tudásszerkezete
VI. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2006. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 136.o.)

7. Dobóné Tarai Éva
Természettudományos fogalmakhoz kötődő alternatív tanulói elképzelések diagnózisa
VII. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2007. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 202.o.)

8. Revákné Markóczi Ibolya, Tóth Zoltán, Dobóné Tarai Éva
Kisiskolások természettudományos gondolkodásának vizsgálata – a Rostocki Modell
VII. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2007. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 73.o.)

9. Tóth Zoltán, Revákné Markóczi Ibolya, Dobóné Tarai Éva, Ilona K. Schneider, Franz Oberlaender:
A tanítás hatása az elsõosztályos tanulók vízzel kapcsolatos fogalmi rendszerére
I. Miskolci "Taní-tani" Konferencia, Miskolc, 2008. (Előadásösszefoglalók, 74. o.(www.uni-miskolc.hu/~btntud/imtk.pdf)

5.1.5. Konferenciákon bemutatott poszterek:

1. Dobóné Tarai Éva:
Az anyag részecsketermészetével kapcsolatos gyermektudományos elméletek vizsgálata.
XXI. Országos Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004 (Előadásösszefoglalók, 154. o.)

2. Dobóné Tarai Éva

A tömegmegmaradással kapcsolatos gyermektudományos elméletek
XXI. Országos Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004. (Előadásösszefoglalók, 155. o.)

3. Dobóné Tarai Éva
„…Könnyebb, mert a tűz táplálékát kinyerte" - Az égéssel kapcsolatos gyermektudományos elméletek
XXI. Országos Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004. (Előadásösszefoglalók, 156. o.)

4. Dobóné Tarai Éva, Dr. Tóth Zoltán
Anyagi halmazokkal kapcsolatos fogalmak tudásszerkezete
XXII. Országos Kémiatanári Konferencia, Veszprém, 2006. (Előadásösszefoglalók, 83.o.)

5. Éva Dobó-Tarai, Zoltán Tóth, Ibolya Revák-Markóczi , Ilona K. Schneider, Franz Oberländer
A study of 1st graders' prior knowledge about water using interview based knowledge space theory
8th European Conference on Research in Chemical Education, Budapest, 2006. (*Book of abstracts, p. 134.)*

5.2.Az értekezés témájához közvetlenül nem kapcsolódó publikációk

5.2.1. Nyomtatásban megjelent közlemények

1. Dobóné Tarai Éva, Tarján András
Környezetvédelmi praktikum tanároknak
Mezőgazda Kiadó. Budapest, (1999)

2. Dobóné Tarai Éva
Környezeti nevelő játékok.
Módszerkosár, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest, 3. szám, (2001) 1-3.

3. Dobóné Tarai Éva
Internetes barangolás: Recycle City angol nyelvű honlap ismertetése
Módszerkosár, *Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest, 9. szám*, (2002) 1-2.

4. Dobóné Tarai Éva (2005)
Játékos kémia
In: Kíméletes kémia (szerk.: Bagári Kinga), Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest, (2005) 109-129.

5. Bartha Cecília, Dobóné Tarai Éva
Környezetbarát kísérletezés a kémiaórákon
In: Kíméletes kémia (szerk.: Bagári Kinga), Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest. (2005) 130- 147.

6. Dobóné Tarai Éva
Szakkör
In: Iskolánk zöldítése (szerk.: Victor András) Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest. (2005) 183-189.

7. Dobóné Tarai Éva
Csak egy panel?
Krétakör, 14. évfolyam 2. szám (2007) 11.

8. Dobóné Tarai Éva
Interaktív tábla a kémiaórákon – Az első tapasztalatok

Középiskolai Kémiai Lapok, XXXIV. évfolyam, 5. szám (2007) 410-419

9. Dobóné Tarai Éva
Tanösvény a Kék Tagiskolában.
Tizenharmadik Kerületi Hírnök 2008. május 2. 6.

10. Dobóné Tarai Éva
Keverékek és oldatok szétválasztása – a témakör feldolgozása aktív tábla segítségével
Táblatanító 1. évfolyam, 1. szám (2008) 8-13.

5.2.2. Előadások és bemutatók

1. Dobóné Tarai Éva
A szilfa félék
Előadás, Herman Ottó Természetvédelmi és Bonsai Egyesület, Budapest, 2004.

2. Dobóné Tarai Éva
Őshonos fák Magyarországon
Előadás. Herman Ottó Természetvédelmi és Bonsai Egyesület, Budapest, 2005.

3. Dobóné Tarai Éva
Borókák
Előadás. Herman Ottó Természetvédelmi és Bonsai Egyesület, Budapest, 2006.

4. Dobóné Tarai Éva
Az arborétumok szerepe Magyarországon
Előadás. Herman Ottó Természetvédelmi és Bonsai Egyesület, Budapest, 2007.

5. Dobóné Tarai Éva
Az interaktív tábla kémia órai felhasználásának lehetőségei és tapasztalatai
Kompetencia és megújulás - Szemléletváltás a közoktatásban, XIII: kerületi Közoktatási Konferencia, Budapest, 2007.

6. Dobóné Tarai Éva
Interaktív tábla a kémia órán – A Műszaki Kiadó pályázatán nyertes pályamunka bemutatása
II. Országos Interaktív Tábla Konferencia, Budapest, 2007.

7. Dobóné Tarai Éva
Interaktív tábla nyújtotta lehetőségek
Bemutató óra – Budapest, XIII. kerület, 2007.

8. Dobóné Tarai Éva
Interaktív tábla a kémiaórákon
Bemutató óra – Budapest, XVII. Kerület, 2007.

9. Dobóné Tarai Éva
Így használom az interaktív táblát
HEFOP 3.1.3. program zárókonferenciája, Csongrád, Batsányi János Gimnázium, 2008. január 24

10. Dobóné Tarai Éva
Interaktív tábla a gyakorlatban
Előadások és bemutatók (4) az interaktív tábla kémiaórai használatáról, EDUCATIO 2008 Kiállítás, Budapest

11. .Dobóné Tarai Éva

Interaktív tábla a természettudományos oktatásban
Intelligens Iskola – Nemzeti Fejlesztési Ügynökség által szervezett előadó körút öt állomásán bemutató foglalkozás (Miskolc, Eger, Hódmezővásárhely, Kaposvár, Nyíregyháza) (2008).

12.. Eva Dobo Tarai
The use of interactive whiteboards in Hungary
Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT 2008, Kranjska Gora, 2008. április 16-19. (*Előadásösszefoglalók,* 76. o)

13. Dobóné Tarai Éva
Az interaktív tábla a kémiaórán
XXIII. Kémiatanári Konferencia, Budapest, 2008. (Előadásösszefoglalók, 102. o.)

A kutatást az OTKA (T-034288, T-049379) és a MÖB-DAAD (project No. 20, 28) támogatta.