

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékletként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4010 Debrecen, Pf. 66. E-mail: tothzoltandr@gmail.com, Telefon: 06 52 512 900 / 22581-es mellék.

Kiss Edina

A tanulók tévképzeinek és fogalmi fejlődésének vizsgálata a kémia néhány alapfogalmának területén*

1. Bevezetés és célkitűzések

A természettudományos nevelés napjainkban gyökeres változáson megy keresztül. Az iskolától a diszciplináris tudás helyett a mindennapi életben felhasználható ismeretek közvetítését várják el. A természettudományos tantárgyaknak többszörös kihívással kell szembenéznük, a kémia helyzete ezen belül az utóbbi időben tovább nehezedett. A tanulók nehezen tanulható, elvont tudománynak tartják a kémiát, és a társadalom „ellenszenve” sem könnyíti meg a nevelők feladatát a tantárgy népszerűsítésében. A tanulók nem képesek kellő

* A Szerzőnek a Debreceni Egyetem Kémia Doktori Iskolájában készített és október 8-án sikeresen megvédett doktori (PhD) értekezésének (témavezető: Dr. Tóth Zoltán) tézisei.

mértékben elsajátítani a tudományos fogalmakat. Joggal merül fel a kérdés, hogy mi ennek az oka, és hogyan lehet megoldani a problémát.

Az utóbbi négy évtizedben számos kutatás zajlott a tanulók természettudományos ismereteinek feltérképezésére vonatkozóan. Az egyik fő kutatási irányzat célja a tanulói ismeretek feltárása (tévképzetkutatás), a másiké az ismeretelsajátítás folyamatának vizsgálata (fogalmi fejlődés és fogalmi váltás kutatása). Az eredmények azt bizonyítják, hogy a gyerekek igen speciális ismeretrendszerrel rendelkeznek már az iskolába lépés előtt is. Ezeknek az ismereteknek egy része nem egyeztethető össze a tudományosan elfogadottakkal és sajnos az oktatás során nagyon nehezen lehet lecserélni őket. Azzal, hogy megismerjük ezeket az oktatást megelőző ismereteket, valamint azt, hogy hogyan alakulnak ki és miként változnak az iskolában eltöltött évek során, elősegítjük az oktatás folyamatát, a megfelelő módszerek kidolgozását ahhoz, hogy tanulóink könnyebben elsajátíthassák a természettudomány és azon belül a kémia ismereteit.

A természettudományos és azon belül a kémiai műveltség elsajátításának mértéke nagyban függ az alapfogalmak megértéstől. Kutatásom során ezért a kémia néhány alapvető fogalmán (fizikai változás, kémiai változás, anyagmennyiség, elem, vegyület, keverék) keresztül vizsgáltam, hogy a 13 és 17 év közötti tanulók képesek-e megérteni ezeket a fogalmakat. Arra a kérdésre kerestem a választ, hogy hogyan fejlődik az ezzel kapcsolatos tudásuk az oktatással, azaz van-e fogalmi fejlődés a tanulók életkorának előrehaladásával. Egy viszonylag új kutatási módszer adta a lehetőséget ahhoz, hogy megvizsgáljam, hogyan szerveződik a kémia alapfogalmaival kapcsolatos tudás a különböző korosztályokhoz tartozó tanulók kognitív rendszerében. Nem utolsósorban céljaim között szerepelt a tanulók tévképzeinek feltárása is.

2. A vizsgálat módszerei

2.1. A mérőeszköz

Kutatásomhoz három írásbeli felmérőlapot készítettem a következő kémiai alapfogalmakkal kapcsolatban: (1) Fizikai változás, kémiai változás; (2) Az anyagmennyiség és a mól; (3) Elem, vegyület, keverék. A felmérőlapok kitöltése 2003 májusában és júniusában történt, illetve a belőlük készült portugál felmérőlapokkal 2004 áprilisában, májusában végeztem vizsgálatokat.

2.2. A minta

A populációt a 13 és 17 év közötti magyar gimnazisták alkották. Kifejezetten hat-, illetve nyolcosztályos középiskolákat választottam, ahol a kémiaoktatás folyamata nem törik meg az iskolaváltással nyolcadik osztály után. A minta felmérőlap szerinti és évfolyamonkénti összetételét az 1. táblázat mutatja.

Portugáliában hasonló korosztályból egy kisebb minta összeállításával került sor néhány feladat megoldására, melyek a magyar felmérőlap feladatai közül kerültek ki. A 2. táblázat ennek a portugál mintának az összetételét szemlélteti évfolyamonként.

1. táblázat: A minta felmérőlap szerinti eloszlása

	7. Évf.	8. Évf.	9. Évf.	10. Évf.	11. Évf.	Összesen
1. felmérőlap	174	168	148	150	136	776
2. felmérőlap	171	166	142	144	127	750
3. felmérőlap	163	161	135	127	116	702
N (fő)	508	495	425	421	379	2228

2. táblázat: A portugál minta megoszlása évfolyamonként

	7. Évf.	8. Évf.	9. Évf.	10. Évf.	11. Évf.	Összesen
N (fő)	72	97	168	98	61	496

2.3. Az értékelés módszerei

2.3.1. A tanulói definíciók tartalmi elemzése

A nyílt végű kérdésekre adott tanulói definíciók tartalmi elemzését egy a szakirodalomból átvett hatfokú skála felhasználásával végeztem. Ez a módszer minden egyes válaszhoz egy 0-tól 5-ig terjedő pontszámot rendel attól függően, hogy az adott definíció mennyire áll közel az általunk elfogadotthoz, illetve milyen mértékben tartalmaz tévképzetet.

A tanulói válaszok értékelésének egy másik szempont alapján való vizsgálatát a fenomenografikus elemzés tette lehetővé, melynek kidolgozása Marton nevéhez fűződik. A fenomenografikus elemzés során

a tanulók válaszaiból képezünk kategóriákat függetlenül attól, hogy azok helyesek-e vagy sem.

2.3.2. A tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetének vizsgálata

A tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetét a didaktikai kutatásban még nem nagy múltra visszatekintő tudástér-elmélet alapján határoztam meg. A tudástér azon ismeretek összessége, melyek egy adott téma megértéséhez elengedhetetlenek. A kémiában gyakran kérünk számon egy témakört feladatok egy csoportjával, melyek a megoldásukhoz szükséges ismeretek alapján egy hierarchikus rendszert alkotnak. Ezt a rendszert egy ún. Hasse-diagrammal ábrázolhatjuk. A Hasse-diagram egy olyan irányított gráf, melyben alul helyezkednek el a legkevesebb tudást igénylő feladatok, majd a nyilak mentén eljuthatunk az ezekre épülő, bonyolultabb feladatokhoz is. A tudástér-elmélet alapfeltevése szerint, ha egy tanuló meg tud oldani egy feladatot a hierarchiában, akkor valószínűleg az alatta lévőköt is képes megoldani. Minden tanulóhoz hozzárendelhetünk egy tudásállapotot, mely a tanuló által helyesen megoldott problémák összessége. A tudásállapotok rendszerét tudásszerkezetnek nevezzük, amely már az adott tanulócsoport jellemzője lehet. A tudásszerkezet csak olyan tudásállapotokat tartalmazhat, amelyek a hierarchikus hálóban legalább egy alatta, illetve egy felette lévő tudásállapottal kapcsolatban vannak. A módszer alkalmas a tanulócsoport jellemző tudásszerkezetének az ún. szakértői tudásszerkezettel való összehasonlítására, a tudásszerkezet alapján megszerkesztett ún. jellemző tanulási út segítségével meghatározhatjuk az ismeretanyag tanításának megfelelő sorrendjét, tanulmányozhatjuk különböző tényezők hatását a tudás szerveződésére, valamint a fogalmi fejlődést is vizsgálhatjuk a jellemző tudásszerkezet változásának követésével.

2.3.3. Az adatok statisztikai értékelése

Az adatok leíró statisztikai jellemzőit, valamint az egyes tanulócsoportok közötti különbségek szignifikanciáját (egy-, ill. kétmintás t-próba, varianciaanalízis) az SPSS programcsomaggal számoltam, a grafikonok, diagramok szerkesztésére pedig főleg a Microsoft Excel programot használtam

3. Új tudományos eredmények

3.1. A fizikai változás és a kémiai változás fogalmával, megértésével kapcsolatos eredmények

3.1.1. A tanulók a fizikai változás és kémiai változás definícióját elsősorban makroszinten fogalmazzák meg, a részecskeszintű értelmezéssel nem tudják azt összekapcsolni.

A hatfokú skála (0-5) alapján számolt megértési szint a fizikai változás esetén 3,6, a kémiai változásra 4,0. A fenomenografikus elemzés szerint két fő kategóriába sorolhatók be a tanulói definíciók (makroszint, részecskeszint). A tanulók mindkét változás esetén a makroszintű meghatározásokat részesítették előnyben. A tudástér-elmélet alapján a szakértői úthoz hasonlóan a tanulók tudásszerkezetében mindkét változás esetén a makroszintű értelmezés megelőzi a részecskeszintűt. Azzal ellentétben azonban a kémiai változás előrébb helyezkedik el, mint a fizikai változás. A legszembetűnőbb eltérés pedig az, hogy a fizikai változás részecskeszintű értelmezése a kémiai változás részecskeszintű megközelítésére épül. Az oktatás előrehaladásával nem változik a tudásszerkezet. A kémiai változás tanulói értelmezéseit öt különböző modell segítségével írhatjuk le. A legjobban illeszkedő modell mind a makroszintű, mind a részecskeszintű értelmezést tartalmazza, viszont azok között nincs kapcsolat, ami azt jelenti, hogy a legtöbb tanuló nem képes összefüggést találni a kétféle értelmezés között. Ha mégis, akkor a tudományos modellel ellentétben, éppen a makroszintű értelmezésre építi a részecskeszintű megközelítést.

3.1.2. A konkrét folyamatok azonosítása során a tanulók a kémiai változások, illetve a makroszinten értelmezett folyamatok esetén a legsikeresebbek.

Az egyes évfolyamok teljesítménye mindössze 44-55% között van, szignifikáns fejlődés a 7. évfolyam után mutatható ki. Legsikeresebb a makroszintű folyamatok besorolása, de az életkor előrehaladásával nincs növekedés. Ezt követik a részecskeszintű folyamatok, ahol kis mértékű fejlődés tapasztalható az évfolyam növekedésével. Legnehezebb a szimbólumszinten megadott folyamatok besorolása, viszont szembetűnő a fejlődés haladva az oktatással. A folyamatok típusát tekintve a kémiai

változások felismerése a legkönnyebb, ezután következnek a fizikai változások. Mindkét esetben van fejlődés az életkor előrehaladásával. Ezzel szemben az oldási folyamatok besorolása nagyon kritikus és nincs változás az idővel. Két általános tévképzet figyelhető meg:

- A tanulók az oldódást kémiai változásnak tekintik. Az indoklások alapján ennek az az oka, hogy a folyamatok megítélésekor a kémiai változás makroszintű jellemzői a meghatározóak. (Ez a tévképzet a portugál minta jelentős részénél is előfordult.)
- A szimbólumszinten megadott folyamatokat is kémiai változásként értelmezik, és 8.-ban valamint 9.-ben szignifikánsan nő e tanulók száma. Ennek hátterében az a tévképzet áll, hogy vegyjelekkel és képletekkel csak kémiai reakciókat lehet leírni.

A tudástér-elmélet segítségével meghatározott jellemző tanulási utakkal kapcsolatban megállapítható, hogy az egyes tanulócsoportokra jellemző tanulási utak lényegesen különböznek a szakértői úttól. Attól eltérően, az oldási folyamatok mindenütt az utolsó helyre kerülnek.

3.1.3. A portugál minta a fizikai illetve kémiai változással kapcsolatban az esetek többségében ugyanazokkal a tévképzetekkel rendelkezett, mint a magyar. Ez bizonyítja azt a már nemzetközileg ismert tényt, hogy a tévképzetek többnyire nemtől, kortól és kultúrától függetlenül jelennek meg.

3.1.4. A folyamatok jellemzőinek besorolásakor a tanulók kategorikusan ragaszkodnak vagy a fizikai, vagy a kémiai változáshoz még akkor is, ha az adott tulajdonság mindkettőre jellemző lehet.

Az összesen 25 jellemzőnél 12 helyen találtam olyan tévképzetet, mely csak a fizikai változásra vonatkozik, 19 tévképzet csak a kémiai változásra és 1 tévképzet mindkettőre érvényes, ez összesen 32 tévképzet. Itt ezek közül csak a jelentős mértékben (több mint 50%-ban) előfordulókat fogalmazom meg:

- Az anyag fizikai tulajdonsága kizárólag fizikai változás alkalmával változhat meg.
- A halmazállapot megváltozása csak fizikai változás során következhet be.

- Új tulajdonságú anyag csak kémiai változás során keletkezhet.
- Az anyag összetétele csak kémiai folyamat során változhat meg.
- Elsőrendű kémiai kötések csak kémiai változás során bomolhatnak fel.
- Elsőrendű kémiai kötések csak kémiai változás során alakulhatnak ki.
- Másodrendű kötések csak kémiai változás során bomolhatnak fel, vagy alakulhatnak ki.
- A részecskék elektronszerkezetének megváltozása csak kémiai folyamat során valósulhat meg.
- Az atommag összetételének megváltozása csak kémiai folyamat során valósulhat meg.
- Csak a kémiai folyamatokat lehet vegyjelekkel és képletekkel leírni.

A tanulók az általában mindkét változásra jellemző tulajdonságokat kizárólag az egyik változáshoz rendelik. Ennek oka abban rejlik, hogy a tankönyvek külön tárgyalják a fizikai, illetve a kémiai változást, és a végén nem foglalkoznak az azok közötti hasonlóságokkal és különbségekkel. Fogalmi fejlődés összességében a 9. és 10. évfolyamokon következik be.

3.2. Az anyagmennyiséggel kapcsolatos fogalmi megértés vizsgálatának eredményei

3.2.1. *Az anyagmennyiség tanulói definícióinak elemzése során kiderült, hogy a legkritikusabb fogalommal állunk szemben, a legkevésbé ezt a fogalmat értik a tanulók. Az ezzel kapcsolatos tévképzetek a nemzetközi szinten már ismert tévképzetekkel egyeznek meg.*

A hatfokú skála alapján értékelve a válaszokat, a tanulók közel egyharmada nem tudott válaszolni, másik harmaduk tévképzetekkel rendelkezik, és csak egyötödük tudott olyan meghatározást írni, mely elfogadható volt. A megértési szint nagyon alacsony minden évfolyamon, az átlag 1,7. A két leggyakoribb tévképzet:

- Az anyagmennyiség megmutatja az anyagban lévő atomok számát.

- Az anyagmennyiség azt mutatja meg, hogy 1 mol részecskének mekkora a tömege.

3.2.2. *Egy bináris vegyület összetételével kapcsolatos feladat megoldásának elemzése során kiderült, hogy – korábbi nemzetközi tapasztalatokkal ellentétben – a magyar tanulók az iskolában tanult algoritmusokat részesítik előnyben a logikai módszer helyett.*

A tanulók feladatmegoldó módszerei alapján három stratégia különböztethető meg:

- mól módszer
- hármasszabály
- logikai módszer

A tanulók az iskolában tanult stratégiákat részesítik előnyben, különösen a mól módszert. Minél képzetesebbek a tanulók kémiából, annál inkább előnyben részesítik ezt a módszert. Az ismert stratégiák sikeressége sokkal nagyobb mértékű, mint az azonosíthatatlan módszereké. A legsikeresebb a logikai módszer, de csak kevesen alkalmazták. Különbség figyelhető meg a lányok és a fiúk stratégiaválasztása között. A lányok sokkal gyakrabban használták a hármasszabályt, mint a fiúk. A fiúk relatíve nagyobb arányban alkalmazták a mól módszert, vagy dolgoztak azonosíthatatlan stratégiával, mint a lányok. Érdekes tapasztalat volt, hogy a tanulók egy része (13%) a magnézium-karbid széntartalmának számításával kapcsolatos problémát a magnézium és szén között végbemenő kémiai reakcióként értelmezte. Ez valószínűleg annak a következménye, hogy a kémiai problémák megoldása során a kémia tanárok és tankönyvek kiindulási pontként a kémiai reakció felírását javasolják. A másik figyelemreméltó észrevétel, hogy a tanulók 14%-a (a válaszadók 23%-a) használta a C_2 jelölést a MgC_2 -ben lévő szén leírására.

3.3. Az elem, vegyület és keverék fogalmával, valamint megértésével kapcsolatos eredmények

3.3.1. *Az elem, vegyület és keverék fogalmak tanulói megértése közepes szintű, amely a jelentős mértékben előforduló tévképzeteknek köszönhető.*

A hatfokú skála alapján számított évfolyamonkénti átlagok 2 és 2,5 között vannak, ami közepes eredménynek számít a megértésre

vonatkozóan. A teljes minta átlaga elemre 2,3, vegyületre 2,2, keverékre 2,3. A legrosszabb eredmények a 9. és 11. évfolyamokon születtek.

A tanulói definíciók elemzése során feltárt tipikus tévképzetek a következők:

- Az elem semleges kémiai részecske.
- Az elem azonos atomokból álló molekula.
- A vegyület különböző atomokból felépülő molekula.
- A keverék két vagy annál több anyag reakcióba lépésének eredménye.
- A keverék mesterségesen állítható elő.
- A keverékben az alkotórészek aránya állandó.

3.3.2. *Az anyag felépítésével kapcsolatos mondatok kiegészítése során gyakran találkoztam az atom és molekula, az atom és elem, valamint a molekula és vegyület fogalmak asszociációjával, keverésével.*

A külföldi tapasztalatokhoz hasonlóan a magyar tanulók is gyakran keverik a makroszintű fogalmakat (elem, vegyület) a részecskeszintű fogalmakkal (atom, molekula). A feltárt tévképzetek a következők:

- A kovalens kötés eredményeként néhány meghatározott számú atom összekapcsolódásával vegyület keletkezik.
- Ha a vizet elektromos árammal bontjuk (elektrolizáljuk), akkor kétféle atom keletkezik.
- A szilárd jód melegítésekor lilás színű gőz keletkezik, melyben jód atomok vannak.
- Az atomok az egyszerű anyagok közé tartoznak.
- A SiO_2 összegképletű molekula felépítésében szilícium atom és oxigén atom/molekula vesznek részt.
- Az O_3 és O_2 molekulák egyazon elem, az oxigén atom részecskéi.
- Az összetett anyagok közé tartozik a molekula.
- Az ammónia vegyület alakja háromszög alapú piramis, és benne valamennyi hidrogén molekula egyvegyértékű.
- A kénsav vegyület felépítésében háromféle elem vesz részt: hidrogén molekula, kén molekula, és oxigén molekula.
- Nátrium atom és klór molekula/atom reakciójában NaCl molekula keletkezik.

- Az atomok/elemek periódusos rendszerében általában feltüntetik az atom(ok) halmazállapotát és az elem(ek) méretét is.
- A periódusos rendszer nem tartalmaz a molekulá(k) oldhatóságára vagy a vegyület(ek) alakjára vonatkozó adatokat.

3.3.3. *A részecskeábrák azonosításakor a halmazállapot meghatározása a legkönnyebb, a keverékek megkülönböztetése a legnehezebb. Kismértékű fejlődés a 8. és 10. évfolyamokon tapasztalható.*

A tanulók a halmazállapot megítélésében, különösen a szilárd anyag megállapításában voltak a legsikeresebbek. Komoly gondjaik voltak a homogén és heterogén keverék megkülönböztetésében. A legtöbb osztályozási stratégia az ábrák vizuális és formális vizsgálatán alapult. A feltárt tévképzetek:

- A víz mindig folyékony halmazállapotú.
- A gázokat azonos részecskék alkotják.
- A szilárd mintákban a részecskék ugyanolyan sorrendben ismétlődnek.
- Az elemek és vegyületek mindig tiszta anyagként vannak jelen.
- A heterogén keverékekben a különböző típusú részecskék eloszlása rendezetlen.

A tudástér-elmélet alapján nem mutatható ki hosszú távú változás a tanulók kognitív struktúrájában. A statisztikai, tartalmi és strukturális elemzés egyöntetűen azt írja le, hogy a 8. és 10. évfolyamokon következik be kismértékű fejlődés. A 8. évfolyamon szervetlen kémiát, a 10. évfolyamon pedig szerves kémiát tanulnak a diákok. Ez alapján valószínűsíthető, hogy a konkrét kémiai rendszerek vizsgálata és azok természetének tanulmányozása jobban hozzájárulnak a részecskeábrák azonosításának sikerességéhez, illetve az anyag természetének részecskeszintű bemutatásához, mint egymagában az általános kémia tanulása.

4. Az eredmények alkalmazási lehetőségei

Az eredmények közvetlen alkalmazására három fő területen látok lehetőséget. Elsőként a tanárképzést kell megemlíteni. Másodsorban tanári segédletek létrehozását, míg harmadikként eredményeim további kutatási irányok kijelölésére is alkalmasak.

A felsőoktatás tanárképzésben betöltött egyik feladata, hogy megfelelő mesterségbeli kompetenciákkal vértessze fel a leendő tanárokat, akik az iskola falain belül képesek lesznek olyan ismereteket átadni a tanulóknak, melyeket azok az iskolapadból kikerülve is hasznukra fordíthatnak. Ehhez a tanároknak fel kell venni a versenyt a mindennapok igényeivel, illetve azok hatásával. A kémia oktatása különösen nehéz feladatot ró tanárainkra. Miután a kémia egy olyan világot tár tanulóink elé, amely szemmel láthatatlan, nagyon fontos lenne, hogy az alapfogalmakat kellő mértékben elsajátítsák. Ez azonban nem mindig történik meg, diákjaink nagyon sok tévképzetet hordoznak. Két eset fordulhat elő. Vagy már az iskolába lépéskor rendelkeznek ezekkel az előzetes ismeretekkel, vagy az oktatás során alakulnak ki. Ahhoz, hogy tanáraink felkészültek legyenek a problémára, tisztában kell lenniük a tanuló ismeretelsajátítási folyamatával, valamint konkrétan ismerniük kell egy-egy adott témakör tévképzeteit is. Tudniuk kell, hogy milyen előzetes elképzeléseket hogyan, milyen lépéseken keresztül lehet felváltani a tudományos ismeretre, hogy később azokat tartósítani tudják. Azaz nem elegendő pusztán a tévképzetekkel megismertetni őket, hanem különböző módszertani eszközöket kell a rendelkezésükre bocsátani, illetve meg kell tanítani őket arra, hogy hogyan készíthetik el önállóan azokat. Meg kell ismerniük a fogalmi fejlődés, illetve fogalmi váltás dinamikáját, hogy maguk is elő tudják idézni azt. Ez természetesen azt is jelenti, hogy alapvetően meg kell változtatni hozzáállásukat az ismeretsajátítás folyamatához, illetve magához az oktatáshoz is.

A kémiaoktatás egyik problémája, hogy a didaktikai kutatások eredményei nagyon nehezen, hosszú idő elteltével kerülnek át a gyakorlatba. Ezt a problémát többek között azzal is megpróbálhatjuk leküzdeni, hogy - amint azt már említettem - olyan módszertani eszközöket bocsátunk a tanárok rendelkezésére, melyek nagy segítséget jelenthetnek a mindennapi gyakorlatban, az oktatás során. A legjobb az

lenne, ha magához a tankönyvekhez, munkafüzetekhez kapcsolódóan készülne el ezek a segédletek, így rögtön bevezethetők lennének. Ezzel jelentős időt takaríthatnánk meg tanárainknak. Egyben példákat is szolgáltatathatnánk a további, önálló munkák elkészítéséhez. Ezek az eszközök tulajdonképpen a tévképzetkutatás, illetve a fogalmi fejlődés, fogalmi váltás vizsgálata során használt eszközök közül kerülhetnének ki elsődlegesen. Konkrétan lehetnek fogalmi térképek, diagnosztizáló tesztek, utótesztek, illetve tanítási módszerek is. E módszerek között kell felsorolni a fogalmi váltás technikáit is.

Az adatok értelmezését több feladatnál nagyban elősegítette a tudástér-elmélet használata, mely a kémia területén még új, idehaza pedig egyedi vizsgálati módszernek számít. Az egyes tanulócsoporthoz tanulási útjának meghatározásával olyan tanmenetek készítését segíthetjük, melyekben a tananyag elemei az életkori sajátosságoknak megfelelő sorrendben kerülnek megtanításra.

Végül meg kell említeni a jövőbeni kutatások fontosságát is. Céлом a magyar tanulók kémiai tévképzeteinek feltárása volt az alapfogalmak területén, de eredményeim további kérdések megfogalmazását vonták maguk után. Hipotéziseket alkottam az egyes tévképzetek kialakulásának okáról, amelyek csakis újabb kutatások segítségével igazolhatók. Időszerűvé vált az előző bekezdésben említett eszközök elkészítése, majd a gyakorlatban való tesztelése, hatásuk vizsgálata a tanulási folyamatban.

5. Tudományos publikációk

Referált, nemzetközi folyóiratban megjelent tudományos közlemények adatai:

1. Tóth Zoltán – Kiss Edina
Hungarian secondary school students' strategies in solving stoichiometric problems
Journal of Science Education, Vol. 6. No. 1, (2005) p. 47 – 49.
2. Tóth Zoltán – Kiss Edina
Using Particulate Drawings to Study 13-17 Year Olds' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter as well as the State of Matter
Practice and Theory in Systems of Education, Vol. 1. No. 1, (2006) p. 109 – 125.
(<http://eduscience.fw.hu>)
3. Tóth Zoltán – Kiss Edina
Modelling Students' Thinking Patterns in Describing Chemical Change at Macroscopic and Submicroscopic Levels

Journal of Science Education (megjelenés alatt)

Referált, magyar nyelvű folyóiratban megjelent közlemény:

1. Tóth Zoltán – Kiss Edina

A fizikai és kémiai változások azonosításával kapcsolatos tudásszerkezet

Iskolakultúra, 17. évfolyam, 1. szám, (2007) 19-30.

Nem-referált folyóiratokban megjelent közlemények:

1. Tóth Zoltán – Kiss Edina

Középiskolai tanulók feladatmegoldó stratégiái egyszerű sztöchiometriai problémákra

A Kémia Tanítása, 12. évfolyam, 1. szám, (2004) 7-11.

2. Kiss Edina – Sebestyén Annamária – Dr. Tóth Zoltán

A tanulók tévképzetei és fogalmi fejlődése a fizikai változás és kémiai változás témakörében

A Kémia Tanítása, 13. évfolyam, 4. szám, (2005) 11-22.

3. Kiss Edina – Dr. Tóth Zoltán

A tanulók anyagmennyiséggel kapcsolatos fogalmi megértése és fejlődése

Középiskolai Kémiai Lapok, XXXIII. évf. 1. szám, (2006) 72-90.

Konferenciákon tartott előadások:

1. Kiss Edina

Tévképzet kutatás a kémia néhány alapvető fogalmának területén

III. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2003. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 347. o.)

2. Kiss Edina – Tóth Zoltán

Tanulói tévképzetek vizsgálata a kémia alapfogalmainak területén

IX. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Kolozsvár, Románia, 2003. (Összefoglalók, 235-238. o.)

3. Kiss Edina – Tóth Zoltán

Tanulói tévképzetek kutatása a kémia alapfogalmainak területén

XXI. Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004. (Összefoglalók, 80-81. o.)

4. Kiss Edina – Tóth Zoltán

A tanulók fogalmi fejlődésének vizsgálata az „elem, vegyület és keverék” témakörben

XXI. Kémiatanári Konferencia, Pécs, 2004. (Összefoglalók, 82-83. o.)

5. Kiss Edina

Az anyagmennyiség fogalmával kapcsolatos tévképzetek

IV. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2004. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 310. o.)

6. Kiss Edina – Dr. Tóth Zoltán

Tévképzetek a kémiában

Tavaszi Szél 2005 – VIII. Országos PhD Konferencia, Debrecen, 2005.

(Konferencia kiadvány 220 – 223. o.)

7. Kiss Edina

A tanulók részecskeábrák azonosításában mutatott teljesítménye és tudásszerkezete

V. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2005. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 159. o.)

8. Tóth Zoltán – Kiss Edina

Általános és középiskolás tanulók fizikai és kémiai változások megkülönböztetésével kapcsolatos tudásszerkezete

VI. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2006. (Program és Tartalmi Összefoglalók, 139. o.)

Konferenciákon bemutatott posztterek:

1. Kiss Edina – Tóth Zoltán

Hungarian students' misconceptions in basic chemistry ideas

7th European Conference on Research in Chemical Education, Ljubljana, Slovenia, 2004. (Programme and abstracts, p. 229-230.)

2. Kiss Edina – Tóth Zoltán

Students' misconceptions regarding to the mole concept

8th European Conference of Chemistry Teachers, Eisenstadt, 2005. (Book of Abstracts, p. 68.)

3. Tóth Zoltán – Kiss Edina

Using Particulate Drawings to Study 13-17 Year Olds' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter as well as the State of Matter

1st European Chemistry Congress, Budapest, 2006. (Abstract Book, p. 237.)

4. Teresa M. Santos – Kiss Edina – Fontes Rosa – Nilza Costa – Tóth Zoltán

Detecção de Concepções Alternativas, ou Erradas, em Conceitos Básicos de Química, em Alunos Húngaros e Portugueses: Estudo Comparativo

XII. Encontro Nacional Educacao em Ciencias, Vila Real, Portugália 2007. szeptember 27-29.

5. Teresa M. Santos – Kiss Edina – Nilza Costa – Tóth Zoltán – Rosa Fontes

Estudo Comparativo em Alunos Húngaros e Portugueses: Detecção de Concepções Alternativas, ou Erradas, em Conceitos Básicos de Química

V. Encontro nacional da Divisão de Ensino e Divulgação da Química, (DEDQ) Braga, Portugália, 2007. november 8-10.

A kutatást az OTKA (T-034288 és T-049379) 2001-2008 között támogatta.