

MŰHELY



Tóth Zoltán

A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények

III. Közép- és általános iskolai tapasztalatok

Az előző két részben (Tóth, 2017a, 2017b) részletesen bemutattam az Eric Mazur professzor által kidolgozott tanítási módszer lényegét és a felsőoktatásban történő alkalmazhatóságával, hatékonyságvizsgálatával kapcsolatos nemzetközi eredményeket. A kutatások bizonyítják, hogy a módszer hatékonyan alkalmazható a fogalmi megértés ellenőrzésére és elmélyítésére, a problémamegoldás fejlesztésére, a hallgatói lemorzsolódás csökkentésére. Összességében megállapítottam, hogy a Mazur-féle módszer bizonyítottan növeli az egyetemi kurzusok hatékonyságát (Tóth, 2017c).

Ebben a tanulmányban a közép- és általános iskolai alkalmazásokkal kapcsolatos vizsgálatokat mutatom be a nemzetközi szakirodalomban fellelhető források alapján.

Tapasztalatok a módszer közép- és általános iskolai alkalmazásával kapcsolatban

A Mazur-féle módszer közép- és általános iskolai kipróbálásával nagyon kevés tanulmány foglalkozik, és azok nagy része doktori (PhD-) értekezés.

Török középiskolások fizikatanításában szerzett tapasztalatok

Hülya (2004) doktori munkája során vizsgálta a „peer instruction” hatását török középiskolások fizikában nyújtott teljesítményére és fizikával kapcsolatos attitűdjére.

A vizsgálatban 3 tanár vezetésével 3 iskola 6 tizedik évfolyamos osztálya (3-3 kontroll-, illetve kísérleti csoport) vett részt összesen 192 tanulóval. A kísérlet egy háromhetes periódust ölelt át elő- és utóteszttel. A témakör a Newton-féle mozgástörvények volt.

A pedagógiai kísérlet menete a következő volt: A tanulók otthon elolvasták a kijelölt anyagrészt a tankönyvben. Órán a tanár elmagyarázta, szemléltette a tananyag fontosabb részeit. Majd a kísérleti csoport a Mazur-féle eljárásnak megfelelően haladt, a kontrollcsoport pedig hagyományos módon, feladatok megoldásával, gyakorlásával mélyítette ismereteit. A Mazur-módszerrel dolgozók esetében a tanár írásvetítőn vetítette ki a feladatot és hangosan felolvasta annak szövegét, de a tanulók írásban is megkapták a feladatot feladatlap formájában. Egy perc gondolkodás után a tanulók a helyesnek tartott választ a feladatlapjukra írták, majd a megfelelő színű kártya feltartásával jelezték azt a tanár felé. Amennyiben a helyes válaszok aránya nem érte el a 90%-ot, 2-3 perces társbeszélés, majd újraszavazás következett. Amennyiben a második szavazás eredménye elérte a 90%-ot, a tanár összefoglalta a megoldást, és továbbhaladt a tananyagban. Amennyiben nem, akkor részletesen megbeszélték a megoldást és csak utána ment tovább a tanár tananyagban. A feladatlapokat a tanár minden óra végén összeszedte.

A kísérlet legfontosabb eredményei a következők voltak: A kísérleti csoport kis mértékben ugyan (előteszt mindkét csoport esetén 23%, utóteszt a kísérleti csoportnál 24,2%, a kontrollcsoportnál 21,3%), de szignifikánsan jobban teljesített az utótesztben, mint a kontrollcsoport. Pozitív korreláció volt az előteszt és az utóteszt között a fogalmi megértést mérő altesztben és az attitűdtesztben. A lányok szignifikánsan gyengébben teljesítettek mindkét tesztben, mint a fiúk. Az attitűdtesztben nem volt kimutatható javulás, sőt a kísérleti csoport nagyobb mértékben rontott, mint a kontrollcsoport, de a különbség nem volt szignifikáns.

Amerikai középiskolások fizikatanításában szerzett tapasztalatok

Cummings és Roberts (2008) egy amerikai középiskola 10 osztályának tanulói ($N = 213$) körében végzett vizsgálatokat a Newton-törvények témakörében. A tanulókat 5 különböző tanár tanította. A „peer instruction” során szavazóegységeket használtak.

Az eredmények alátámasztják a „peer instruction” hatékonyságát (kontrollcsoport: 24%, kísérleti csoport: 40%). Megállapították, hogy az eredményesség szempontjából fontos a tanár személye is: az 5 különböző tanár esetén a hatékonyságkülönbség 6-14% között változott.

Amerikai általános iskolások matematikatanításában szerzett tapasztalatok

Allison (2012) doktori értekezésében mutatja be, hogyan használták amerikai 8. osztályosok matematikatanításában a „peer instruction” módszert. A kísérleti csoport 92 tanulóból, a kontrollcsoport 76 tanulóból állt. A kísérletben 2 tanár vett részt. A négyhetes kísérleti periódus után tudásszintmérő tesztet és motivációs tesztet írtak a résztvevők. A kísérleti csoport mind a tudásszintmérő tesztben, mind a motivációs tesztben szignifikánsan jobban teljesített, mint a kontrollcsoport.

Egy történelemtanár jótanácsai

Campbell (2012) egy blogbejegyzésben számolt be Jakartában, a British International School 6-12. évfolyamos tanulói körében a Mazur-féle módszerrel végzett történelemtanítás tapasztalatairól. Ezeket 10 jótanácsban foglalta össze. Közülük néhány:

A tanulási cél és a teszt mindig legyen összhangban egymással.

Vegye figyelembe, hogy serdülőkkel dolgozik. A tinédzserek választását befolyásolhatja társaik népszerűsége és szorgalma is.

A fiatalabb tanulók kevésbé tudnak figyelni. Ezért az elméleti bevezetés ne legyen 5-10 percnél hosszabb.

A teszt igazodjon a csoport képességéhez. Legjobb, ha olyan válaszlehetőségeket ad meg, amelyek az adott csoportban már felmerültek.

Célszerű először nyílt kérdésekkel aktivizálni a tanulókat.

Ha vizsgára készíti tanítványait, célszerű a korábbi vizsgakérdésekből összeállítani a tesztet.

A csoportváltások is a „peer instruction” hatékonyságát igazolták

Harvey (2013) diplomamunkájában egy 9. osztályosok körében végzett kísérlet eredményeit mutatja be. Két fizikai témakör (mozgás és erő) tanítása során összesen 5 tanulócsoporthoz vett részt a kísérletben. Egy-egy témakör tanítására 4 hetet szenteltek, és valamennyi témakör elején és végén mérték a tanulók teljesítményét, valamint a Mazur-módszerrel kapcsolatos attitűdjét. Az első témakörben 3 kísérleti csoportot és 2 kontrollcsoportot alakítottak ki. A második témakörben megcserélték a szerepeket: 3 csoport hagyományos módszerrel, 2 csoport a Mazur-féle módszerrel dolgozta fel a tananyagot.

Az eredmények eléggé egyértelműek: a kísérleti csoportok minden esetben jobban teljesítettek (átlagos tanulási hatékonyság $g = 12$), mint a hagyományos módszerrel tanulók (átlagos tanulási hatékonyság $g = 7$). Ugyanakkor az eredmények nagyban csoportfüggőek voltak. Az attitűdvizsgálat is pozitív eredményt hozott: a tanulók 93%-a jobbnak tartotta a Mazur-féle módszert a hagyományos tanításnál, és 88%-uk szerint más tanárok is alkalmazhatnák ezt a módszert. Arra a kérdésre, hogy mi volt a legélvezetesebb a Mazur-féle módszerben 95% azt válaszolta, hogy a társakkal való együttműködés, 88%-uk pedig az eredmények megbeszélése során a tanári magyarázatot jelölte meg.

Egy kanadai vizsgálat eredményei – ismét fizikatanítás

Muise (2015) diplomamunkájában két 12. évfolyamos, fizikatagozatos osztályra ($N = 42$) kiterjedő vizsgálatáról számol be. Kontrollként a korábbi évek felmérési adatait használta. A téma a körmozgás és a gravitáció volt. A tanulók fehér táblák feltartásával szavaztak, melyet a tanár mindig lefotózott. A társmegbeszélésekről hangfelvételek készültek. Kísérlete során 85%-tól nem tartottak társmegbeszélést. Végül interjút is készített a tanulókkal a hagyományos és a „peer instruction” módszerről.

A vizsgálat legfontosabb eredményei a következők voltak: A kísérlet során a teszten elért átlagteljesítmény 79% volt, szemben a korábbi évek 64%-os átlagával. A problémamegoldást mérő teszten is jobban teljesített a kísérleti csoport (88%), mint a korábbi évek átlaga (82%),

de a különbség nem bizonyult szignifikánsnak. A társmegbeszélést a tanulók 50-55%-a tartotta hasznosnak. Ugyanakkor az interjú során két kiváló tanuló is kifejtette, hogy szerintük a társmegbeszélés nem jó, jobban szeretnék hallani a tanár magyarázatát, mint a társak próbálkozásait. Magáról a módszerről a tanulók pozitívan nyilatkoztak: 95% szerint hasznos és folytatni kell. Ugyanakkor 80%-uk szerint kevesebb ilyen kérdés feldolgozására van szükség.

Egy kenyai matematikatanítás során kapott eredmények

Ouko és munkatársai (2015) kenyai 11. osztályos középiskolások körében próbálták ki a Mazur-módszert matematikából, a vektorok témakörben. A négyhetes (14 tanítási órát magában foglaló) kísérletben összesen 16 iskola 479 diákja vett részt. Az elő- és utóteszteket 2 iskolában próbálták ki, és mindkettőt megbízható mérőeszköznek találták (Cronbach-alfa: 0,82, illetve 0,80).

Az előteszten mért igen alacsony teljesítmény (11-12%) az utótesztben megnőtt, és a kísérleti csoport (18-20%) szignifikánsan jobban teljesített, mint a kontrollcsoport (12-14%). A tanítás hatékonysági mutatója is lényegesen nagyobb volt a kísérleti csoport esetében (74%), mint a kontrollcsoportnál (19%).

Hogyan sikerült beépíteni a cseh felső-középfiskolai fizikaoktatásba az „egymás tanítása” módszert?

Erre a kérdésre keres választ Sestakova (2016) nemrégiben megjelent közleményében. Vizsgálatait a 2014/15-ös tanévben végezte 17-18 éves tanulók (3 osztály, összesen 57 tanuló) és tanáraik bevonásával. Az adatokat részben órai megfigyelések, részben tanárok és tanulók által kitöltött kérdőívek, illetve tanárokkal végzett interjúk alapján gyűjtötte.

A kutatás négy hónapon keresztül folyt. Összesen 6 leckét dolgoztak fel a Mazur-féle módszerrel a mágnesség és az elektromosság témakörből. Minden óra után meginterjúvólták a tanárokat. A kutatás végén került sor a kérdőíves vizsgálatra.

A kérdésekkel kapcsolatban megállapítja a szerző, hogy óránként 1-2 kérdés legyen csak, a disztraktorok irányuljanak a tipikus tévképzetekre. A kérdések mindig közvetlenül a témakör tárgyalása után kerüljenek elő. És nem szabad, hogy minden óra ilyen legyen,

átlagosan havonta egyszer forduljon elő a Mazur-módszer. Ugyanakkor a tanárok meglepődve tapasztalták, hogy a mégannyira alapos bevezető magyarázat után is voltak olyan tanulók, akik a legegyszerűbb kérdésre sem tudtak válaszolni.

Az *első szavazás* kapcsán megjegyzi a szerző, hogy a kártyás szavazás jobb, mint az elektronikus. A tanárok általában olyan szavazókártyákat használtak, amelyek A6-os méretben, laminálva, különböző színű papírokon fekete betűkkel nyomtatva mutatták a válasz betűjelét. A kártyás szavazás egyrészt olcsó, másrészt a színek segítik a csoportalkotást, harmadrészt nem volt szükség statisztikai adatgyűjtésre, és nem utolsósorban a tanulók többségére ösztönzőleg hatott. A tanulók 24%-a nyilatkozott úgy, hogy kártyás szavazás nélkül nem gondolkodott volna el a feladaton. Az első szavazásnál általában fél perc gondolkodási időt kaptak a tanulók, és ez alatt a tanár nem szólalt meg.

A *társmegbeszéléshez* a csoportalkotás szempontjából nagyon fontos, hogy az első szavazás válaszában tekintetben heterogén legyen, tehát – lehetőleg – minden csoportban legyen olyan tanuló, aki jó választ adott. Ha háromnál több tanulóból áll egy csoport, a kor az egymás mellett ülés lehetetlenné teszi a hatékony társmegbeszélést. Ilyenkor a körben ülés vagy pl. a 2+2-es egymással szemben ülés a kívánatos. Úgy találták, hogy a csoportalkotásnál a nemi összetételnek nincs lényeges szerepe. Nagyon fontos, hogy a tanárnak nem szabad bekapcsolódnia a megbeszélésbe, mert akkor a tanulók csak rá figyelnek és abbahagyják a társmegbeszélést. Ugyanakkor vannak olyan tanulók, akik nem tudnak csoportban dolgozni. Ezekkel a tanulókkal célszerű külön foglalkozni és megmutatni nekik, hogyan kell érvelni és valamilyen kérdést megvitatni. A tanári vélemények szerint legnagyobb próbatétel számukra a társmegbeszélés volt. Nagyon nehezen tudták megállni, hogy ne szóljanak bele. És nem igazán tudták kontrollálni a csoportokon belüli beszélgetést, gyakran volt az az érzésük, hogy egészen másról beszélgettek a diákok.

A *második szavazást* általában akkor célszerű elrendelni, ha már befejeződtek a társmegbeszélések. A második szavazásra feltétlenül szükség van, hiszen ekkor döntenie kell a tanulónak, hogy marad-e eredeti álláspontjánál, vagy megváltoztatja azt.

A második szavazást követő *megbeszélés* során figyelni kell arra, hogy ne minősítsük a tanulók válaszait, az esetleges hibás indoklásokat ne ismételjük meg hangosan, és a helyes választ mindig egyértelművé és nyomatékosá kell tenni. Ugyanakkor a tanárnak számolnia kell azzal is, hogy a megbeszélés során olyan kérdéseket is kaphat a tanulóktól, amire nincs felkészülve, és így gyakran improvizálásra kényszerül.

A tanulói véleményekből a következő fontosabb megállapításokat tette a szerző: A tanulók közel kétharmada azt nyilatkozta, hogy ezzel a módszerrel jobban megértette a tananyagot, mint a hagyományos módszerrel, egyharmaduk nem talált különbséget, és mindössze 4%-uk tartotta kevésbé hasznosnak ezt a módszert a tananyag megértése szempontjából. A tanulók 94%-a jobban, vagy ugyanannyira szerette a Mazur-módszert, mint a hagyományosat. Ugyanakkor többen megemlítették, hogy a módszer időigényes, ezért több tanulnivaló marad otthonra, és a társak magyarázatai gyakran zavaróak és zavarosak, szemben a tanári magyarázattal. Többségük elismerte azonban, hogy a módszer fejlesztette mind kritikai, mind kommunikációs készségüket.

Következtetések

Látható, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszer közép- és általános iskolai alkalmazásával kapcsolatban nagyon szegényes a szakirodalom, annak is egy részét diplomamunkák és doktori értekezések formájában publikálták. Hiányoznak az alapos, minden részletre kiterjedő, nagymintás, tudományos igényű vizsgálatok.

Az eddigi vizsgálatok, tapasztalatok alapján két dolog máris körvonalazódik:

- (1) A témakör elméleti tárgyalása ne legyen hosszabb 5-10 percnél.
- (2) A társmegbeszélés nélküli továbbhaladás alsó határát 70%-ról 85-90%-ra célszerű emelni.

Megjegyzés:

Örömmel jelenthetem, hogy hazánkban is elindultak ilyen irányú kutatások. Dobóné Tarai Éva kutatótanári programjában használja ezt a módszert, elsősorban tanítványai tévképzeteinek feltárására. Erről olvashatunk a következő tanulmányban. Szabó Bence Farkas pedig

ebben a témában kezdte el doktori kutatómunkáját a Debreceni Egyetem Kémia Doktori Iskolájában.

Szakirodalmi hivatkozások

Allison, T.M.H. (2012): The impact of classroom performance system-based instruction with peer instruction upon student achievement and motivation in eighth grade math students. Doktori (PhD) értekezés, Liberty University

<http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1526&context=doctoral> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Campbell, R. (2012): Does peer instruction work in high schools? <https://blog.peerinstruction.net/2012/06/27/does-peer-instruction-work-in-high-schools-part-2/> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Cummings, K. és Roberts, S.G. (2008): A study of peer instruction methods with high school physics students. AIP Conference Proceedings 1064, 103.

<https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjRxuPWkvnUAhUIbxQKHQU3BvsQFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.compadre.org%2Fper%2Fdocument%2FServeFile.cfm%3FID%3D8019%26DocID%3D715&usq=AFQjCNHPjYDRiCFxVib9JFDDvgHWBwxC2w&cad=rja> (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Harvey, N.C. (2013): The effects of peer instruction on ninth grade students' conceptual understanding of forces and motion. Diplomamunka, Louisiana State University.

http://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2163&context=gradschool_theses (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Hülya, E. (2004): The effect of peer instruction on high school students' achievement and attitudes toward physics. Doktori (PhD) értekezés. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of the Middle East Technical University.

Muise, J.M. (2015): Using peer instruction to promote conceptual understanding in high school physics classes. Diplomamunka. Montana State University.

<http://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/9280/>

MuiseJ0815.pdf?sequence=1 (Utolsó letöltés: 2017. 07.08.)

Ouko, S., Aurah, C. és Amadalo, M. (2015): Peer instruction and secondary school students achievement in vectors. *Journal of Education and Practice*, 6(27), 175-180.

https://www.researchgate.net/publication/303366513_Peer_Instruction_and_Secondary_School_Students_Achievement_in_Vectors (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Sestakova, J. (2016): Case study of using peer instruction at upper secondary school. *Scientia in Educatione*, 7(2), 111–127.

https://www.researchgate.net/publication/312308229_Case_Study_of_Using_Peer_Instruction_at_Upper_Secondary_School (Utolsó látogatás: 2017. 07. 08.)

Tóth Z. (2017a): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44(2), 160-170.

Tóth Z. (2017b): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44(4), közlésre elfogadva.

Tóth Z. (2017c): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, LXXII (4), 116-121.

Dobóné Tarai Éva

Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata

Eric Mazur a Harvard Egyetem fizikaprofesszora 1991-től kezdődően alkalmazza sikeresen az „egymás tanítása” (peer instruction) módszert. Segítségével elmélyíthető a tanulók fogalmi megértése, pozitív hatást gyakorol a problémamegoldó képességre, jól beilleszthető a hagyományos frontális óravezetési stílusba, ugyanakkor a tanulók együttműködését is igényli. Népszerű a módszert kipróbáló oktatók körében, és a hallgatók nagy része is kedveli, amit a mérhetően jobb vizsgaeredmények és a kisebb arányú lemorzsolódás is bizonyít.

A módszer rövid ismertetése

A társtanítás egy olyan interaktív módszer, amelynek során a diákok először egyénileg próbálják megoldani a tanár által felvetett problémát vagy gondolkodtató feladatot, majd néhány fős kis csoportokban meghallgatják egymás álláspontját, megvitatják, végül mindenki újra egyénileg válaszol az eredeti kérdésre. Ezután következik a helyes válasz ismertetése, a közös, frontális megbeszélés és a tanári magyarázat. Fontos eleme a módszernek, hogy a kiscsoportos megbeszélés előtt és után is minden diák egyénileg szavaz az általa helyesnek vélt válaszra, de a szavazások eredményeit csak a tanári magyarázat bevezető részében ismerik meg. A módszer hatékony alkalmazásának feltétele, hogy problémát, gondolkodtató, alkalmazás szintű feladatokat fogalmazzunk meg, és ne egyszerűen előhívható ismeretekre kérdezzünk rá. A probléma ne legyen sem megoldhatatlanul nehéz, se túlságosan könnyű, a diákok magukénak érezhessék. Célszerű zárt végű (teszt jellegű) kérdéseket megfogalmazni, így egyszerűbben megvalósítható a szavazás és a vélemények értékelése. A szavazás történhet írásban, színes szavazókártyákkal vagy kézfeltartással, de az interaktív táblák szavazó egységei, mobil applikációk vagy különféle web2-es felületek, programok (Socrative, Kahoot stb.) segítségével is. Az eredeti Mazur-féle elképzelés tartalmaz még néhány kritériumot, melyekről részletesen E. Mazur könyvéből [1]

és videofilmjeiből [2, 3] tájékozódhatunk. Magyar nyelven Tóth Zoltán ír részletesen a módszerről és a különböző tantárgyak tanítása során történt kipróbálás nemzetközi tapasztalatairól [4, 5, 6].

A fogalmak pontosabb és mélyebb megértése mellett újabb kutatások a módszer alkalmazásának más pozitív hatásait is említik. Vickrey [7] peer instruction módszerről írt, a szakirodalmat áttekintő tanulmányában hivatkozik Zingaro [8] és Gok [9] eredményeire. Zingaro bevezető számítástechnika kurzusokon, Gok pedig algebra alapú fizika kurzusokon részt vevő hallgatók esetében írták le, hogy a társtanítás módszerével tanított diákok szignifikánsan nagyobb szakmai önbizalomról és hatékonyságról számoltak be a hagyományos frontális módszerrel oktatott társaikhoz képest.

A Mazur által kifejlesztett módszer legeredményesebben akkor alkalmazható, ha egyetlen lépését sem hagyjuk ki, ugyanakkor Smith és munkatársai genetika kurzusokon, Porter és munkatársai számítástechnikai képzés során, Bruck és Towns pedig általános kémiai kurzusokon végzett vizsgálatai szerint már maga a társakkal történő megbeszélés, tanári magyarázat nélkül is segíti az adott fogalom jobb megértését [11, 12, 13]. A vizsgálatok szerint még azok a hallgatók is profitáltak a társakkal történő megbeszélésből, akik már az első szavazásnál is helyes választ adtak [14]. Későbbi eredményeik a fogalmak mélyebb megértéséről és az összefüggések alaposabb ismeretéről tanúskodnak. Ugyanakkor James és Willoghy csillagászat-kurzusokon végzett összehasonlító vizsgálatai szerint a társakkal történő megbeszélés ugyan segíti a fogalmak jobb megértését, de a megbeszéléseken készült hangfelvételek alapján számos hibás és váratlan állítás is elhangzik [14].

Éppen ezért a teljes megértés és az esetleges újabb tanulói tévképzetek kialakulásának megelőzése érdekében természetesen elengedhetetlen a módszer utolsó lépése, a tanári magyarázat és a közös megbeszélés, ahogyan azt Zingaro és Smith és munkatársai vizsgálatai igazolják [8, 16].

A vizsgálat menete, helyi jellegzetességei

A módszert eredetileg egyetemi bevezető fizikakurzusok hatékonyságának növelésére és a hallgatói lemorzsolódás csökkentése érdekében dolgozták ki. Tóth Zoltán [6] (és a cikk szerzője)

feltételezése szerint alkalmazása eredményes lehet a középiskolás korosztály körében is. Első, tájékozódó jellegű vizsgálatainkban némileg módosítottuk az eredeti módszert. Minden egyéni válaszkérés (előteszt, szavazás I., szavazás II., utóteszt) esetén megkértük a tanulókat, hogy egy ötfokozatú – a teljesen biztostól a teljesen bizonytalanig terjedő – skálán értékeljék, mennyire határozott az álláspontjuk az adott kérdéssel kapcsolatban.

Bár a módszer hatékonyságát vizsgáló kutatások alapján legnagyobb nyereség akkor várható, ha az első szavazás esetében a helyesen válaszolók aránya 35-70% közé esik [10,11], jelen vizsgálatunkban technikai okok miatt az arányok csak utólag, az óra lezajlása után derültek ki és a fő hangsúly inkább a társakkal való megbeszélés hasznosságának vizsgálatára helyeződött, az egyéb tényezőket kissé háttérbe szorítva.

A vizsgálat első lépésében mindkét csoport diákjai önállóan, egyéni munkában, egy hét kérdésből álló előre nyomtatott feladatsort (előteszt) oldottak meg a redoxireakciók témakörében. Jelen tanulmányban ezek közül csak a Mazur-féle módszerhez szorosan kapcsolódó feladatok részleteinek bemutatására kerül sor. A következő órákon a redoxifolyamatok tárgyalása következett a módszer alkalmazásával, illetve a kontroll csoport esetében hagyományos módon. Végül mindkét csoport tagjai az előteszthez hasonló feltételek mellett egy utótesztet töltöttek ki.

A tantervi kötöttségek és a tanév közelgő befejeződése miatt csak egyetlen témakörben (redoxifolyamatok), néhány tanórán volt lehetőségünk a módszer kipróbálására. Részben a szűk ismeretkörben végzett vizsgálat és a nem reprezentatív, kisméretű minta miatt jelen tanulmány nem kíván tudományos igényű érveket és ellenérveket felsorakoztatni a módszer hatékonysága mellett, illetve ellen. Célunk az volt, hogy hazai körülmények között, egy másik korosztálynál (középiskolások), egy újabb tantárgyban (kémia) szerezzünk néhány első benyomást és tapasztalatot a módszer használatával és tanórába illesztésének lehetőségeivel kapcsolatban.

A minta

A vizsgálatot egy fővárosi gimnázium két osztályával végeztük. Mindkét csoport 9. évfolyamos, a kísérletben részt vevő 29 fő hatosztályos speciális matematika tagozatos képzésben részesül. A kontroll csoportot a négy évfolyamos humán tagozat kilencedik osztályának 31 tanulója képezte. A vizsgálatra a 2016-17-es tanév utolsó heteiben került sor. A két osztályban nem ugyanazok a kémiantanárok tanítanak. Mindkét osztálynak heti két kémiaórája van, nem csoportbontásban tanulják a tantárgyat.

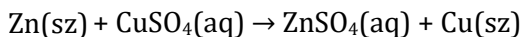
Eredmények

A „társtanítás” feladatai és tapasztalatai

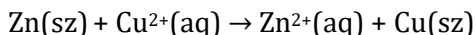
A vizsgálat során összesen három kémiai reakció értelmezésére és Mazur-féle módszerrel történő feldolgozására került sor. A társmegbeszéléses órákon az előtesztet író tanulók közül ketten hiányoztak.

1. feladat:

Ha cinkport adunk réz(II)-szulfát vizes oldatához és a keveréket összerázzuk, az oldat világoskék színe fokozatosan elhalványul és az oldat színtelen lesz. Közben vöröses barna üledék képződik a lombikban. A lejátszódó kémiai reakció egyenlete a következő:



vagy ionegyenlettel felírva:



Miért lesz az oldat végül színtelen?

- A) A réz csapadékként kiválik.
- B) A cink reakcióképesebb, mint a réz(II)-szulfát.
- C) A réz(II)-szulfát teljesen elreagál.
- D) A cink feloldódik, ahogyan a cukor oldódik a vízben.

Válaszom indoklása a következő:

1. A cinkionok oldódnak vízben.
2. A cink könnyebben ad le elektront, mint a réz.
3. Az oldható kék Cu^{2+} -ionok oldhatatlan vörösesbarna rézatomokká alakulnak.

4. Vizes oldatban a Cu^{2+} -ionok kék színű oldatot képeznek, míg a Zn^{2+} -ionok színtelen oldatot.

A jelenséget tanári demonstrációs kísérlet során is megfigyelhették a tanulók. A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a kísérlet, a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat a Chandrasegaran és munkatársai [17] által összeállított diagnosztikus tesztyűjteményből származik. A szavazás eredményei az 1. táblázatban láthatók.

Miért lesz az oldat végül színtelen?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
A) A réz csapadékként kiválik.	8 fő	27,6%	6 fő	20,7%
B) A cink reakcióképesebb, mint a réz(II)-szulfát.	10 fő	34,5%	12 fő	41,4%
C) A réz(II)-szulfát teljesen elreagál.	3 fő	10,3%	5 fő	17,2%
D) A cink feloldódik, ahogyan a cukor oldódik a vízben.	6 fő	20,7%	4 fő	13,8%
Indoklás				
1. A cinkionok oldódnak vízben.	3 fő	10,3%	-	-
2. A cink könnyebben ad le elektront, mint a réz.	12 fő	41,4%	13 fő	44,8%
3. Az oldható kék Cu^{2+} - ionok oldhatatlan vörösesbarna rézatomokká alakulnak.	6 fő	20,7%	11 fő	37,9%
4. Vizes oldatban a Cu^{2+}- ionok kék színű oldatot képeznek, míg a Zn^{2+}- ionok színtelen oldatot.	6 fő	20,7%	3 fő	10,3%

1. táblázat: Az első kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

Az adatok és elemzések alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A társakkal történő megbeszélés után a helyesen válaszolók száma növekedett (háromról ötre), ami örvendetes, de sem az abszolút érték, sem a növekedés aránya nem meggyőző.

- A kezdeti alacsony kiinduló értékhez képest is csökkent azok száma, akik a cink oldódását a cukor oldódásához hasonlították. Ez szintén eredményként értékelhető, hiszen az elemi állapotú cink kémiai reakció során cinkion formájában kerül oldatba, szemben a cukor fizikai oldódásával.

- Kismértékben nőtt azok száma, akik a cinket reakcióképesebbnek gondolják, mint a réz(II)-szulfátot. Ilyen formában ez a megfogalmazás hibás, de a támogató vélemények számának növekedése mégis bizonyos fokig eredményként értékelhető. Valószínűleg az elemi állapotú cink és réz standardpotenciáljának eltérő voltára és az ebből adódó reakciókészségben mutatkozó különbségre fókuszáltak a tanulók a válaszadás közben. Tanári feladat, hogy a szakkifejezések pontos használatára szoktassuk a diákokat a félreérthetőség elkerülése érdekében.

- A helyesen indokolók száma már az első szavazásnál is alacsony (6 fő), ez a megbeszélés után felére csökkent. Ennek az eredménynek a tanulása nemcsak a szakkifejezések pontos használatának szükségessége, hanem a logikai lépések, ok-okozati összefüggések felismerésének nehézségei is kiderülnek belőle.

- Nőtt azoknak a tanulónak a száma, akik az indoklásban a vörösesbarna rézatomok keletkezését választják. Felvetődik a kérdés, hogy vajon egyszerűen csak pontatlan szóhasználatról van szó vagy az elterjedt tévképzet típus megjelenéséről és tömeges előfordulásáról, amikor a diákok az egyedi atomokat a halmaz tulajdonságaival ruházzák fel.

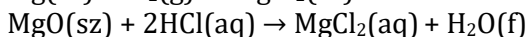
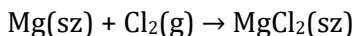
- 12 olyan diák volt a 29 főből, aki a megbeszélés után nem módosított a kiindulási álláspontján. Egyetlen olyan volt a csoportban, aki a kezdeti helyes választ hibásra változtatta, és hárman, akik a megbeszélés hatására változtatták a véleményüket a helyes irányba.

Önmagukban az első feladat eredményei és tapasztalatai nem meggyőzőek és nem igazolják a módszer hatékonyságát. Ugyanakkor pozitív tapasztalat, hogy a diákok határozottan aktívan vettek részt a

megbeszélésekben, motiváltak voltak. A frontális óravezetéshez képest egyidőben többen tudtak az óra aktív részesei lenni, kémiai problémáról beszéltek és vitatkoztak, kémiai szakkifejezéseket, szaknyelvet használtak. Azok is kifejtették a véleményüket, akik egyébként kevésbé szoktak megnyilvánulni. A tanár részéről körültekintést igényel, hogy a kémiai érvek és ne egyes diákok domináns személyiség jegyei befolyásolják a csoport tagjainak véleményalkotását. Éppen ezért célszerűnek gondoljuk alkalmanként új társakkal, eltérő összetételű csoportokat alakítani, hogy minél több gondolkodási stílussal találkozzanak a diákok. Ennek ellentmondanak Vickerey [7] adatai, amelyek szerint nagyobb hatékonyság érhető el állandó összetételű csoportok esetében. Azt is fontos tisztázni, hogy a társas megbeszélés utáni szavazásnál is mindenki a saját meggyőződése szerint szavazzon, nem szükséges konszenzusra jutni és a csoport véleményét képviselni.

2. feladat:

A két egyenlet közül melyikről gondold, hogy redoxireakció?



- A) az elsőről
- B) a másodikról
- C) mindkettőről
- D) egyikről sem

Válaszom indoklása a következő:

1. Mert szerepel benne oxigén.
2. Mert a klór erélyes oxidálószer.
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.
4. Mert a magnézium csak égés során oxidálódhat.

A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat Tóth Zoltán és Ludányi Lajos [18] tankönyve alapján készült. A szavazás eredményei a

2. táblázatban láthatók.

A két egyenlet közül melyikről gondolod, hogy redoxireakció?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
	A) az elsőről	B) a másodikról	C) mindkettőről	D) egyikről sem
A) az elsőről	14 fő	48,3%	18 fő	62%
B) a másodikról	9 fő	31%	3 fő	10,3%
C) mindkettőről	2 fő	6,9%	6 fő	20,7%
D) egyikről sem	2 fő	6,9%	-	-
Válaszom indoklása a következő:				
1. Mert szerepel benne oxigén.	1 fő	3,4%	1 fő	3,4%
2. Mert a klór erélyes oxidálószer.	3 fő	10,3%	1 fő	3,4%
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.	23 fő	79,3%	26 fő	89,7%
4. Mert a magnézium csak égés során oxidálódhat.	-	-	-	-

2. táblázat: A második kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

A szavazások eredménye és az adatok részletes megvizsgálása után a következő megállapítások adódnak:

- Már a megbeszélés előtt is viszonylag sokan (14 fő) azonosították helyesen az első reakciót redoxireakcióként. Ez a 48,3%-os kiindulási arány egyébként a Mazur szerint optimális (helyesen válaszolók aránya: 35-70%) kategóriába esik. A helyesen válaszolók száma a társakkal történő megbeszélés után tovább növekedett, 18 főre.

- Harmadára esett vissza azoknak a tanulóknak a száma, akik a második reakciót gondolták redoxireakciónak. A kezdetben ezt a hibás választ adó 9 tanuló közül mindössze ketten ragaszkodtak ehhez a véleményükhöz a társakkal történő megbeszélés után is. További két

olyan válaszadó volt, aki megtartotta eredeti álláspontját is, de a társak véleményének hatására elmozdult a „mindkettő” irányába.

- A mindkét folyamatot redoxireakciónak gondolók száma háromszorosára nőtt. Bár ez nem helyes választás, bizonyos értelemben a kezdeti hibás válaszhoz képest ez egy magasabb minőségű és valamilyen szintű megértés irányába mutató hibás válasznak tekinthető.

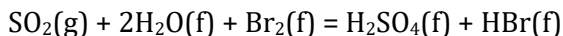
- A kezdetben „egyik sem” választ adók egyike a megbeszélés után helyesen választotta ki a redoxireakciót, a másik pedig a „mindkettő”-t választó kategóriába került.

- Az első szavazáskor még helyesen választó tanulók közül ketten gondolták meg magukat és a megbeszélés után a hibás mindkettő választ adták. Az ő fogalmi megértésük még nem volt annyira mély és beágyazott, hogy kiállta volna egy feltehetően szuggesztív hibás érvelés próbáját.

- Az indoklások esetében már a kiinduláskor nagyon magas volt a helyesen választók aránya (79,3%), ami a társakkal történő megbeszélés után további 10%-kal növekedett. Ez a definíciószerű tétel mondat a kémiai tanulmányaik harmadik éve során már nagyon sokszor, sokféle közegben előfordult. Kérdés, hogy valódi megértés van-e a modell használata mögött vagy csak annak az ismerete, hogy ez az elvárt helyes válasz. Ennek megállapítására az utóteszt néhány kérdése kínált lehetőséget.

3. feladat:

Melyik anyag viselkedik redukálószerként a következő folyamatban?



A) a $\text{SO}_2(\text{g})$

B) a $\text{H}_2\text{O}(\text{f})$

C) a $\text{Br}_2(\text{f})$

D) a $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{f})$

E) a $\text{HBr}(\text{f})$

A kérdés, a lehetséges válaszok és indoklások kivetítve is láthatóak voltak a szavazás és a megbeszélés alatt is. A feladat Borissza és mtsi. tesztgyűjteményéből [19] származó egyik feladat kiegészítésével készült. A szavazás eredményei a 3. táblázatban láthatók.

Melyik anyag viselkedik redukálószerként a következő folyamatban?	Megbeszélés előtti válasz		Megbeszélés utáni válasz	
	A) SO ₂ (g)	6 fő	20,7%	7 fő
B) H ₂ O(f)	1 fő	3,4%	2 fő	6,9%
C) Br ₂ (f)	13 fő	44,8%	9 fő	31%
D) H ₂ SO ₄ (f)	7 fő	24,1%	9 fő	31%
E) HBr(f)	-	-	-	-
Válaszom indoklása a következő:				
1. Mert oxigént vont el (vett fel).	1 fő	3,4%	-	-
2. Mert oxigént adott le.	-	-	-	-
3. Mert hidrogént vont el (vett fel).	1 fő	3,4%	-	-
4. Mert hidrogént adott le.	-	-	-	-
5. Mert elektront vont el (vett fel).	12	41,4%	12	41,4%
6. Mert elektront adott le.	13	44,8%	15	51,7%

3. táblázat: A harmadik kérdésre adott válaszok és indokok aránya a társakkal történő megbeszélés előtt és után.

A második feladat megbeszéléseinek tapasztalatai alapján felvetődött kérdésre, tehát hogy valódi, beágyazott tudás-elem-e a redoxireakció = elektronátmenet vagy csak betanult szlogen, részben megkaptuk a

választ a harmadik kérdés megvitatása és a szavazások után.

- A helyes válaszok (A) száma a kezdeti 20,7%-ról 24,1%-ra nőtt, tehát egyetlen tanulóval emelkedett a jól válaszolók száma.

- Csak négyen tartották magukat az eredeti helyes válaszukhoz, a másik két tanuló közül az egyik a megbeszélés hatására átpártolt a brómhoz, a másik pedig a kénsavhoz.

- A három újonnan kén-dioxidot választó mindegyike eredetileg a brómról hitte, hogy redukálószer. A két utóbbi tapasztalat háttérében a cselekvő és a visszaható igei szerkezetek megértésének nehézségei állhatnak, a kémiai fogalmi megértéssel kapcsolatos problémák mellett.

- A társakkal történő megbeszélés előtt alig vannak többségben a „redukálószer = elektronleadásra képes anyag” tudás birtoklói azokkal szemben, akik úgy gondolják, hogy a redukálószeres elektron felvételére képesek.

- A megbeszélés után árnyalatnyilag növekedett a helyesen indokolók száma, de ez a növekedés még nem meggyőző, illetve az ellentétesen gondolók száma továbbra is nagyon magas. Joggal gondolhatjuk úgy, hogy ez egy nehéz és nem teljesen tisztázott fogalom a tanulási folyamatnak abban a szakaszában, amikor a társas megbeszélés történt.

- Jelentősen csökkent (14%-kal) a brómot választók száma. Feltételezésünk szerint ennek egyik oka az lehet, hogy a brómról a bromidionra asszociálnak a tanulók, innen pedig már csak egy lépés, hogy a negatív töltés is beugorjon a jól megtanult kloridion analógiájára. A negatív töltés jelenléte elektronfelvételt jelent és itt újra a cselekvő – visszaható nyelvtani problémába ütközünk. Természetesen a bróm, brómatom, bromidion, brómmolekula fogalmak használatának és a hozzájuk tartozó kémiai szimbólumok jelentésének pontatlan vagy bizonytalan megértése mellett.

- A társakkal történő megbeszélésnek mindenképpen eredménye, hogy a kisszámú egyéb hibás indoklás a megbeszélés utánra kikopott és valamiféle előrelépés mégis történhetett. Az a tény, hogy a társtanításra a fejezet feldolgozása közben került sor, tehát nem egy lezárt tanulási egység végén, bizakodásra adhat okot.

Az elő- és utótesztek néhány feladata, elemzésük, tapasztalatok

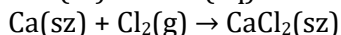
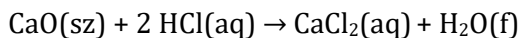
Az elő- és utóteszt feladatai közül jelen tanulmányban csak három feladat részletes tárgyalására kerül sor.

Mindkét teszt egyik feladatában két kémiai reakció reakciótípusának megállapítására kértük a tanulókat:

Előteszt feladata: a társtanítás 2. feladatával egyezett meg (magnézium és klór, illetve magnézium-oxid és hidrogén-klorid reakcióját kellett összehasonlítani).

Utóteszt feladata:

A két egyenlet közül melyikről gondolod, hogy redoxireakció?



- A) az elsőről
- B) a másodikról
- C) mindkettőről
- D) egyikről sem

Válaszom indoklása a következő:

1. Mert szerepel benne oxigén.
2. Mert a klór erélyes oxidálószer.
3. Mert elektronátmenet történt a reakcióban.
4. Mert a kalcium csak égés során oxidálódhat.

A nagyon hasonló kérdésre az előtesztben mindkét csoportban viszonylag kevesen tudták a helyes választ. A vizsgálati csoportban 3 tanuló (10,3%), míg a kontroll csoportban 8 tanuló (19,4%) válaszolt helyesen, a két csoport közötti különbség nem szignifikáns. Az utóteszten ezzel ellentétben jelentős eltérés figyelhető meg. A vizsgálati csoportban 18 főre (62,1%) nőtt a helyesen válaszolók száma, míg a kontroll csoportban (kevésbé értelmezhető módon) 3-ra (9,7%) csökkent. A társtanításban részt vevő csoport eredménye korábbi saját eredményéhez és a kontroll csoport utóteszten elért

eredményéhez képest is szignifikáns javulást mutat ($p = 0,000$, 95%-os valószínűségi szinten). A kontroll csoport esetében saját korábbi eredményhez képest megfigyelhető változás nem szignifikáns.

Ha a statisztikai adatok mögé nézünk, ennél árnyaltabb kép bontakozik ki. A minta csoport esetében az előteszten helyesen válaszoló három tanuló közül az utóteszten egy rontott. A hibásan válaszoló 26 főből azonban az utóteszten 16-an helyes választ adtak, tehát fejlődtek a fogalmak megértésében. Őt olyan tanuló volt, aki következetesen a másik egyenletet választotta. Esetükben tehát feltehetően nem történt jelentős elmozdulás a redoxifogalom megértésével kapcsolatban. Az előteszten hibás egyenletet választók közül hárman voltak, akik most sem adtak helyes választ, hanem a mindkettő lehetőséget jelölték meg. Ha a pontos megértésig még nem is jutottak el, de valamilyen szintű elmozdulás esetükben is megfigyelhető.

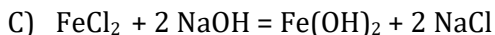
A kontroll csoport tagjai közül egyetlen olyan tanuló volt, aki az előteszten és az utóteszten is helyesen választotta ki a redoxireakciót. Az előteszten „mindkettő” lehetőséget válaszolók egyike sem adott helyes választ az utóteszten. Nem volt azonban olyan az utótesztet írók közül, aki egyik reakciót sem tekintette volna redoxireakciónak (nem szerepelt „egyik sem” válasz). Ez mindenképpen pozitív irányú elmozdulást jelez. Az előteszten „egyik sem” választ adók az utóteszten vagy helyesen válaszoltak vagy a másik egyenletet választották. A kontroll csoport esetében jelentős azon tanulók száma (13 tanuló a választ adó 24-ből), akik a hagyományos óravezetéssel tanított órák után ugyanazokat a hibákat követték el, mint az előteszten. Tehát az általunk vizsgált területen nem tapasztaltunk mérhető elmozdulást a fogalmi megértésükben. Úgy tűnik, esetükben a hagyományos módszerekkel zajló tanítás a vizsgált fogalmaikat érintetlenül hagyta.

Összehasonlítottuk az indoklások változását is. A vizsgálati csoport 17,2%-a, míg a kontroll csoport 38,7%-a adott helyes indoklást az előteszten. Az utóteszten mindkét csoport jelentős előrelépést mutatott: a vizsgálati csoportban több, mint háromszorosára, a kontroll csoportban közel kétszeresére nőtt a helyesen indokolók száma. A növekedés öröndetes ténye ellenére egyik érték sem jelent szignifikáns változást sem a csoportok kiindulási értékeihez sem egymáshoz képest. A két különböző módszerrel történő tanításnak tehát mindenképpen mérhető eredménye van, de ebben az esetben, a

vizsgálati csoportban látványosabb volt a fejlődés. Ezt támasztja alá az a megfigyelésünk is, hogy az indoklás biztonságára vagy bizonytalan voltára vonatkozó kérdéseinkre a Mazur-féle módszerrel tanított diákok sokkal magabiztosabban és nagyobb arányban álltak ki döntéseik mellett. Erről a tapasztalatról számolt be Zingaro [8] és Gok [9] korábban már hivatkozott tanulmányaikban is.

Az utóteszt egy következő feladatában öt reakcióegyenlettel jelölt folyamatról kellett megállapítani, hogy melyik közülük az, amelyik nem redoxireakció, és meg kellett indokolni a választást.

Melyik folyamat *nem* redoxireakció az alábbiak közül?



Ez a feladat az előzőekhez képest összetettebb és a fogalmak pontos megértését igényelte. A Mazur-féle csoport 63%-a, míg a kontroll csoport tagjainak csak 33%-a volt képes helyesen azonosítani a „C” jelű reakciót, mint egyedüli nem redoxireakciót. Érdekes, hogy mindkét csoportban a B) választás is népszerű volt (22% a minta- és 25% a kontroll csoport esetében). A hibás válaszadás hátterében feltehetően annak az ismeretnek a hiánya áll, hogy az azonos elemi összetétel mellett, az alkotórészek mólarányának is döntő jelentősége van egy vegyület összetételében. A helyes válaszok nagyobb aránya mellett az is megfigyelhető volt, hogy a Mazur-féle módszerrel tanított diákok 89%-a vagy teljesen biztos volt a választásában vagy legalábbis gyanította, hogy jól válaszolt, míg a kontroll csoport esetében ez alig több mint a válaszadók 40%-ról mondható el. Ebben a feladatban az indoklást nem feleletválasztós teszt, hanem nyílt végű kérdés formájában kértük a diákoktól. A vizsgálati csoport 78%-a elektronátmenettel vagy oxidációszám-változással indokolta a választását. Ilyen típusú indoklást a kontroll csoport esetében mindössze a válaszadók 42%-ánál tapasztaltunk és ugyanilyen arányú volt a nem indokoló vagy „nem tudom” választ adók száma is. A kontroll csoport indoklásaiban érdekes tévképzetek is felbukkantak: D) a helyes válasz, „mert csak ott nincs nagy 2”. Vagy: B) a helyes válasz, „mert $\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2$ nem lesz Cl_3 ”. Az indoklás biztos vagy bizonytalan voltával kapcsolatban az előzőekhez hasonló tapasztalatokat

szereztünk. A Mazur-féle módszerrel tanított diákok tudása stabilabbnak, magabiztosabbnak tűnik egy nehezebb, alkalmazás szintű feladat megoldása közben is mernek és tudnak rá támaszkodni.

Összefoglalás

Kutatásainkban azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy a Mazur-féle „Peer Instruction” módszerről szerezzünk hazai tapasztalatokat a középiskolai korosztály körében, kémia tantárgyban. Vizsgálataink igazolták előzetes várakozásainkat. A módszer terjedésének és népszerűségének oka a nagyobb hatékonyságú oktatás, a tanulók aktív közreműködése az ismeretszerzés folyamatában és a szaktárgyi tudásukkal szembeni megnövekedett önbizalom. A kísérlet során a Mazur-féle módszerrel tanított csoport mindhárom területen mérhető növekedést mutatott a kontroll csoporthoz képest. Egyéni visszajelzésekből és a kísérletvezető szubjektív megállapításai alapján a tanulók nagyobb motiváltsága is megfigyelhető volt a társtanítással zajló órák során.

Nyilvánvalóan ez az ígéretes módszer nem fogja megoldani a kémiaoktatás problémáit, de kipróbálásra és a kémiatanárok módszertani eszköztárának bővítésére mindenképpen alkalmas. A didaktikai kísérlet során olyan újabb, izgalmas kérdések merültek fel, amelyek megválaszolása további kutatásokat igényel.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Tóth Zoltán értékes szakmai tanácsait és a Debreceni Egyetem Humán Tudományok Doktori Iskola Neveléstudományi Programjának támogatását.

Irodalomjegyzék

[1] Mazur, E. (1997): Peer instruction – a user’s manual. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey.

[2] Mazur, E. Peer Instruction for Active Learning: (2014):

<https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofl>,

forrás: <http://serious-science.org/videos/1136>

[3] Eric Mazur shows interactive teaching (2012):

https://www.youtube.com/watch?v=wont2v_LZ1E, forrás: Harvard

Magazin

- [4] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. Középiskolai Kémiai Lapok, 44(2), 160-170.
- [5] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer leírása és hatékonysága. Középiskolai Kémiai Lapok, 44(4), megjelenés alatt.
- [6] Tóth Z. (2017): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. Magyar Kémikusok Lapja, LXXII.(4), 116-121.
- [7] Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. CBE – Life Science Education, 14 (spring), 1-11.
- [8] Zingaro, D. (2014): Peer instruction contributes to self-efficacy in CS1. SIGCSE '14: Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, New York, ACM Press, 373–378.
- [9] Gok, T. (2012): The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 13(1), Article 10, 1-17.
- [10] Simon B., Kohanfars M., Lee J. (2010): Experience report: peer instruction in introductory computing. SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, New York: ACM Press, 341–345. (in: Vickerey (2015)).
- [11] Smith M. K., Wood W. B., Adams W. K., Wieman C., Knight J.K., Guild N, Su TT (2009): Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. Science 323, 122–124. (in: Vickerey (2015)).
- [12] Porter L., Bailey-Lee C., Simon B., Zingaro D. (2011b): Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: ICER '11: Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research, New York: ACM Press. (in: Vickerey 2015)).
- [13] Bruck A. D., Towns M. H. (2009): Analysis of classroom response

system questions via four lenses in a general chemistry course. *Chem Educ Res Pract* 10, 291–295. (in: Vickerey (2015)).

[14] Brook B. B. J., Koretsky, M. D. M. (2011): The influence of group discussion on student's responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical education*, 88, 1477-1484.

[15] James M. C., Willoughby S. (2011): Listening to student conversations during clicker questions: what you have not heard might surprise you! *Am J Phys* 79, 123. (in: Vickerey (2015)).

[16] Smith M. K., Wood W. B., Krauter K., Knight J. K. (2011): Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions. *CBE Life Sci Educ* 10, 55–63. (in: Vickerey (2015)).

[17] Chandrasegaran A. L., Treagust D. F., Mocerino M. (2007): The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3), 293-307.

[18] Tóth Z., Ludányi L. (2009): *Kémia 9. Út a tudáshoz.* Maxim Könyvkiadó, Szeged.143-148.

[19] Borissza E., Endrész Gy., Villányi A. (2012): *Kémia, tesztgyűjtemény középiskolásoknak.* Műszaki Kiadó, Budapest. 48.