

A tudomány természete (*Nature of Science, NOS*) és szerepe a természettudományos nevelésben

A tudomány tagadása hosszú múltra tekint vissza az emberiség történetében, melyet a digitális eszközök használatából adódó információrobbanás még szélesebb körben kiterjesztett. A sokszor nem hiteles, a tudományos vagy szakértői háttérrel nélküli információáramlás gyors áramlása az online térben elbizonytalanította és megrendítette a társadalom bizalmát a természettudományok iránt is, és fokozta az áltudományos nézetek terjedését (Schäfer és Metag, 2021). Ezekre a negatív folyamatokra az oktatási rendszernek is minél hamarabb szükséges megoldási módokat felmutatnia. A tudományos tudás keletkezésének és jellemzőinek megismertetése, mellyel a tudomány természete (Nature of Science, NOS) foglalkozik, megoldást kínálhat a tudomány társadalmi elutasítottságával és válságával szemben. A NOS kutatása a tanulók és a tanárok körében, valamint megjelenése a nemzetközi tantervekben az utóbbi harminc évben erősödött fel. Ugyan néhány magyar nyelvű munka [pl. A természettudomány tanítása szak módszertani kézikönyv és tankönyv (Radnóti, 2014); a Gondolkodtató természettudomány-tanítás sorozat módszertani könyvei (Korom és mtsai, 2021)¹] rendelkezésre áll a témában, de a NOS átfogó ismertetésére hazánkban még nem került sor. A tanulmány célja ezért az, hogy a nemzetközi szakirodalom leíró jellegű összegzése alapján bemutassa a természettudományos nevelésben a NOS értelmezésének fejlődését, áttekintse a NOS tanulói, tanári megértésének értékelésére használható mérőeszközöket, valamint rámutasson a tudományos megismerésre és a tudományos ismeretre vonatkozó tudás helyére és fontosságára a természettudományos műveltségben. A tanulmány a fogalmi keretek tisztázására és a NOS kutatásának történeti aspektusaira fókuszál. Röviden kitér a téma gyakorlati vonatkozásaira is, kijelölve azokat a további kutatási lehetőségeket, amelyek a NOS-tartalmak hazai tantervekben, tankönyvekben, tanárképzési dokumentumokban, módszertani ajánlásokban való jelenlétére és az esetleges hiányokra vonatkoznak.

Bevezetés

A természettudományos nevelés céljai között a társadalmi megközelítés és a társadalom-centrikus irány egyre inkább hangsúlyosabbá válik (Csapó, 2004). Ma a természettudományos nevelés egyik fő célja olyan állampolgárok nevelése, akik az ismeret (deklaratív) és képesség jellegű (procedurális) tudáson felül megfelelő affektív jellemzők (attitűdök, motiváció, érdeklődés) birtokában vannak. Tájékozottak a modern civilizáció fejlődésével, problémáival és fenntarthatóságával kapcsolatos kérdésekben, valamint tisztában vannak a természettudományok szerepével, fontosságával és működésével. Az egyén megfelelő döntései és felelős szerepvállalása a társadalmi kérdésekben nem lehetséges a természettudományos műveltség szükséges szintű megléte nélkül. A formális oktatás végére elérni kívánt természettudományos műveltségről nem lehet statikusan gondolkodni, így a kívánt műveltség elérése érdekében a természettudományos nevelés céljait folyamatosan felül kell vizsgálni és továbbfejleszteni a 21. század változó kihívásainak megfelelően. Ilyen kihívás és egyben lehetőség például a digitális eszközök és technológiák megjelenése és beillesztése az oktatásba. Ezt a folyamatot felgyorsította a világtárvány, melynek következtében az oktatás megszokott módszerei és színterei egyik pillanatról a másikra rendeződtek át. A hazai természettudományos tantervek és tankönyvek igyekeznek lépést tartani a nemzetközi trendekkel és reagálni a társadalmi és technológiai változások hatására bekövetkező kihívásokra (B. Németh és Korom, 2012). Ennek ellenére a nemzetközi mérések eredményei alapján a kívánt célok elérése egy hosszabb folyamat eredménye lehet.

A modern világ változásai és a természettudomány társadalomközpontú megközelítése megerősíti azt az igényt, hogy a tanulók a természettudományos műveltség részeként alaposabban ismerjék meg a tudomány természetének (*Nature of Science*, NOS), működésének és módszereinek a sajátosságait, ezzel mintegy megelőzve a tudományról alkotott téves meggyőződések és nézetek kialakulását. A NOS jellemzőinek megértése, valamint a tudomány különböző, filozófiai, történeti és társadalmi aspektusból való megközelítése magában hordozza annak lehetőségét, hogy a tanulók holisztikusabb képet kaphassanak a tudomány működéséről és a tudás keletkezéséről. A tudomány e tágabb perspektívájú szemlélete pozitívan befolyásolhatja az állampolgárok személyes és társadalmi problémákkal kapcsolatos döntéseit (Lederman, 2013), ami új utakat nyithat meg a társadalomközpontú természettudomány-tanítás irányába.

A NOS értelmezése

A természettudományos oktatásban a *tudomány természete* (NOS) kifejezés első megjelenése a filozófus és természettudományos oktató Schwabtól (1964) származik, aki megfogalmazta azt a problémát, hogy az iskolában a természettudományos következtetéseket tévesen, legtöbbször „empirikus, szó szerinti és megmásíthatatlan igazságokként” közvetítik. Ezzel ráirányította a figyelmet arra, hogy nemcsak az a fontos a természettudományok tanulása során, hogy „Mit tudnak a tudósok?”, de az is legalább olyan fontos, hogy „Honnan tudják a tudósok?” (McComas és mtsai, 1998). A *tudomány természete* kifejezés nem szinonimája a tudományfilozófiának, épp ellenkezőleg, a tudományfilozófia, a tudománytörténet, a tudománypszichológia és a tudomány pszichológiája mint metatudományok járulnak hozzá a tudomány működésének megértéséhez (McComas és Olson 1998, idézi Ayala-Villamil és García-Martínez, 2021). Jelentősen hatott e területre Kuhn (1962) paradigmaváltás-elmélete, amelyben a tudományos diszciplínák fejlődésében megfigyelhető normál és forradalmi periódusok váltakozását, valamint

a tudományos forradalomhoz vezető tudományos, kulturális és társadalmi okokat írta le, rámutatva arra, hogy a tudományos állítások változhatnak, ahogy új bizonyítékok jelennek meg. A *tudomány természete* (NOS) kifejezés a természettudomány értékeit, fejlődését, a fogalmainak kialakítását, az egyetértés létrejöttét a tudományos kérdésekben a tudós közösségen belül, valamint a természettudományos tudás sajátos jellemzőit foglalja magában (Lederman, 1992; Tsai, 2007, idézi Cho és mtsai, 2011). McComas (2004) a természettudományos tudás keletkezéséhez és igazságtartalmának ellenőrzéséhez szükséges „játékszabályok” összességéként írja le a tudomány természetét. A NOS-sal foglalkozó tanulmányokban Lederman (1992) definíciója az egyik leggyakrabban használt. Ez a megközelítés a tudomány értelmezését ismeretelméleti és társadalmi dimenziókon keresztül vizsgálja, melyekben az egyén meggyőződésai és értékei elengedhetetlenek: „a tudomány természete (NOS) kifejezés többnyire a tudomány ismeretelméleti (episztemológiai) és szociológiai megközelítésére utal; a tudomány mint a megismerés egy módja; a tudományos tudáshoz és fejlődéséhez kapcsolódó értékek és meggyőződések” (Lederman és mtsai, 2002. 498.).

Az ismertetett definíció kevésbé fejezi ki a tudomány természete fogalmának összetettségét, sőt a tudományterületek egyes képviselői, például tudományfilozófusok, tudománytörténészek, kutatók és neveléstudósok között sincs általános egyetértés a NOS fogalmi értelmezését illetően, ezt Lederman is hangsúlyozza munkáiban (Lederman és mtsai, 2002), aki a NOS-sal kapcsolatos kutatások egyik legismertebb képviselője. Tovább nehezíti az értelmezést, hogy a természettudományos neveléssel foglalkozó oktatáskutatók között is különbözőek az elképzelések a NOS-ról és arról, hogy mit kellene az iskolában a tanulók számára megtanítani (Abd-El-Khalick, 2005). A témában Alters (1997) szorgalmazta, hogy szükséges felülvizsgálni a NOS fogalmát a tudományfilozófusok ajánlásainak figyelembevételével, és pontosabb NOS-kritériumokat létrehozni az oktatás számára. Osborne és munkatársai (2003) kutatása megerősíti ennek az egyet nem értésnek az alapját. Vizsgálatukban a különböző háttérű kutatók ugyanannak a területnek különböző elemeit gondolták nélkülözhetetlenek a jelenlegi természettudományos tantervekben, igaz volt ez a tudomány természetével kapcsolatos tartalmakat illetően is.

A NOS a természettudományos tudást a vizsgálódás, kísérletezés oldaláról közelíti meg. Fontos alaptétele, hogy a természettudományos tudás az empirikus kutatások által jön létre a kutatók helyes következtetései és kreativitása révén, amire hatással van az a szociális és kulturális környezet, amelyben a tudás létrejött (Peffer és Ramezani, 2019). A tudomány természetének pontosabb megértését segíti a NOS jellemzőinek vagy komponenseinek megismerése. Chang, Chang és Tseng (2010) szakirodalmi áttekintésükben rámutattak arra, hogy 1990 és 2007 között megfigyelhető egy tudományos konszenzus létrejötte a NOS értelmezését és oktatási vonatkozásait illetően. Lederman és munkatársai (Abd-El-Khalick és mtsai, 1998; Lederman, 2007; Lederman és mtsai, 2015) a következő 7 kulcsszempont alapján határoztak meg a NOS-sal kapcsolatos tantervi ajánlásokat:

(1) Megfigyelés és következtetés. Fontos tisztában lenniük a tanulóknak a megfigyelés és a következtetés közötti különbségekkel. A megfigyelés során a természeti jelenségeket leíró jellegű állítások formájában adjuk meg. A megfigyelés alapját az érzékszervekkel közvetlenül befogadható, tehát megfigyelhető tulajdonságok adják. A következtetések-nél a természeti jelenségekről tett állítások megfogalmazásakor nem hagyatkozhatunk közvetlenül az érzékszervekre. Lederman (2015) a gravitáció fogalmát hozza példának ennek szemléltetésére. A gravitációról csak a hatása és/vagy megmérése révén lehet következtetéseket levonni.

(2) Elmélet és törvény. A természettudományok tanulásában és tanításában gyakran találkozni elméletekkel és törvényekkel. Az egyének gyakran feltételezik azt, hogy az elmélet és törvény között egyszerű, hierarchikus kapcsolat áll fenn, és ha egy elméletre

elegendő bizonyítékot gyűjtöttek a kutatók, akkor az törvényé válik. A törvények a megfigyelhető jelenségek közötti kapcsolatok leíró megállapításai, míg a tudományos elméletek a megfigyelhető jelenségek következtetései. A tudományos elméletek azáltal, hogy a jelenségekben rejlő szabályszerűségeket is magyarázzák, fontos szerepet töltenek be az új kutatási problémák létrehozásában.

(3) Képzület és kreativitás. A természettudományos tudás főként a természeti világ megfigyelésén alapul, tehát empirikus. A tudásgyarapításban elengedhetetlen szerepe van az emberi képzeletnek és kreativitásnak is. Mivel a kutatás emberi tevékenység, így az nem lehet egy személyiséget nélkülöző, teljesen racionális és mindig rendszerezett tevékenység. Az emberi találékonyság és ötletelés is részét képezi a kutatási tevékenységnek.

(4) A tudomány szubjektivitása. A tudományos tevékenység, mivel emberek végzik, nem objektív, még ha az objektivitás alapvető kritérium is a tudományos vizsgálatokban. A kutatók meggyőződései, előzetes tudásuk, tapasztalataik, elvárásai, elméleti elköteleződésük mind hatással vannak a munkájukra. Ezek a faktorok, hatva a gondolkodásmódjukra, befolyásolják azt, hogy milyen problémákat vizsgálnak, hogyan hajtják végre a vizsgálatokat, mit figyelnek meg, és hogyan értelmezik az eredményeiket.

(5) A természettudományos tudás kulturális beágyazottsága. A természettudományos tudásra, mivel az emberi tevékenység által jön létre, hatással van a kulturális környezet. A tudás létrehozóira, a tudósokra hatással van az a társadalmi és politikai környezet, amelyben élnek, befolyásolhatja őket a szocioökonómiai státuszuk, az életfilozófiájuk és a vallásuk is.

(6) A természettudományos tudás változékonysága. A természettudományos tudás nem abszolút és bizonyos. Ez a tudás, magában foglalva a tényeket, elméleteket, törvényeket, nem végleges, folyamatosan változhat. A technológia fejlődésével újabb bizonyítékok jöhetnek létre, melyek birtokában a korábbi elméleteket és törvényeket újra értelmezhetik és módosíthatják. Ennek ellenére a tudományos ismeretek meglehetősen tartósnak tűnnek, mert azokat megváltoztatni bizonyítékok nélkül nem lehet.

(7) A természettudomány empirikus alapú. A természettudományos tudás a természeti világ megfigyelésén alapszik vagy abból levezethető. Ebben fontos szerepe van a kísérletekkel történő tesztelésnek és a kísérletek ellenőrizhetőségének.

A NOS felsorolt jellemzőit használja leggyakrabban a témával foglalkozó szakirodalom, és ez a lista számos egyesült államokbeli természettudományos tanterem falán is megjelenik. Matthews (2012) hangsúlyozza, hogy pozitív dolog, ha a NOS ily módon bekerül a tanórai tartalmakba, de egyben aggályos is, mert ebben a formában mantraszerűvé és csak egy újabb ismeretanyaggá válhat, amit meg kell tanulni, ahelyett, hogy a tanár és a tanulók nézetei szabadon megjelenhetnének e témával kapcsolatban a tanórákon.

A 2010-es évek közepén a témával foglalkozó szakirodalomban a NOS aspektusainak meghatározására egy új megközelítés jelent meg. Wittgensteinnek a természetes nyelv tulajdonságait leíró *családi hasonlóság* megközelítését (*family resemblance*) Irzik és Nola (2014) használták fel a tudomány sajátosságainak leírására. Ezt a módszert a tanulmányokban FRA (*Family Resemblance Approach*) néven lehet megtalálni. Ennek használata különösen hasznos a természettudományban, ahol a részdiszciplínának számos közös jellemzőjük van, de egyetlen konkrét jellemző sem használható önmagában arra, hogy egy területet tudományosként definiáljon vagy más diszciplínától elhatároljon (Dagher és Erduran, 2016). Az FRA segítségével a tudomány természete szisztematikusan és átfogóan jellemezhető számos olyan tudománykategóriával, amelyek erős hasonlóságokat és átfedéseket mutatnak a különböző tudományterületek között (Irzik és Nola, 2014). A korábban ismertetett konszenzusos megközelítéshez (Lederman, 2007) képest az FRA szélesebb és mélyebb jelentést és értelmezést rendel a NOS-hoz. Két rendszer (kognitív-episztemikus és társadalmi-intézményi) köré csoportosítva a NOS jellemzőit,

a következő kategóriákkal határozzák meg: tudományos célok és értékek, tudományos tudás, tudományos gyakorlatok, tudományos módszerek, a tudományos kutatás módszertanának szabályai, szakmai tevékenységek, a tudomány ethosza, társadalmi hitelesség és disszemináció, társadalmi értékek (Dagher és Erduran, 2016). Ugyanakkor Lederman és Lederman (2019) rámutatnak arra, hogy a családi hasonlóság megközelítés (FRA) a NOS ismeret jellegű tudása (*Nature of Scientific Knowledge*, NOSK) mellett magában foglalja a kutatással kapcsolatos ismereteket (procedurális tudás), valamint számos nem episztemikus komponenst is, pedig a NOS hagyományos konceptualizációja a tudományos tudás jellemzőinek (episztemológiai, filozófia, történeti és társadalmi) meghatározására utal.

A NOS helye a természettudományos műveltségben

A neveléstudományi szakirodalom a NOS-t a tanítás kognitív eredményeként értelmezi, ami eszközként szolgál ahhoz, hogy a tanulók megértsék a természettudomány működését (Kaya és mtsai, 2018; Lederman, 2015), ezáltal kifinomult és helytálló meggyőződésekkel rendelkezzenek a tudomány jellegzetességeivel és a természettudományos tudás keletkezésével, sajátosságaival kapcsolatban. Néhány oktatáskutató a tudományos kutatást (*Scientific Inquiry*, SI) a NOS részének tekinti, azonban a NOS hagyományosan nem tekinthető készségnek, attitűdnek vagy tevékenységnek (Lederman, 2015). A gyakori konceptualizációs félreértések miatt Lederman (2019) visszatért a kezdetben használt terminus, a *tudományos tudás természete* (*Nature of Scientific Knowledge*, NOSK) használatához, kijelölve a NOS ezen aspektusának ismeretjellegét; elválasztva a tudományos kutatás folyamatától, amely révén létrejött. Az utóbbi években a *tudományos kutatás természete* (*Nature of Scientific Inquiry* – NOSI) is hangsúlyt kapott, ami a SI-vel kapcsolatos ismeretekre vonatkozik (Lederman, 2019).

A PISA-vizsgálat 2015-ös és 2018-as elméleti kerete a természettudományos műveltség részeként három kompetenciát jelöl meg: (a) jelenségek tudományos magyarázata; (b) tudományos vizsgálatok tervezése és értékelése; (c) adatok és bizonyítékok tudományos értelmezése (OECD, 2019). Ezen kompetenciák sikeres elsajátításához ismeret jellegű tudásra is szükség van, amelynek egyik eleme az episztemikus tudás. A tartalmi keret az *episztemikus tudás* kifejezést a tudás természetével, a tudás eredetének jellemzőivel azonosítja (Ostoric és mtsai, 2016). Olyan ismeretek tartoznak ide, mint például az, hogy mi a szerepük a kérdéseknek, a megfigyeléseknek, az elméleteknek, a hipotéziseknek, a modelleknek és a bizonyítékoknak a tudományban; milyen sokféleség jellemzi a tudományos vizsgálatokat; ezek az eljárások milyen szerepet játszanak a tudomány által előterjesztett állítások bizonyításában, vagy miért fontos a tudományos eredmények megismertetése a tudósközösséggel, annak elismertetése során (OECD, 2019). Az episztemikus tudás ismeretelemei a PISA-vizsgálat mérési keretében megfeleltethetők a NOS-tartalmakhoz kapcsolódó ismereteknek.

Annak ellenére, hogy a NOS elemei ismeret jellegűek, nem tekinthetők csupán egy megtanulandó listának, melyen az oktatásban eltöltött idő alatt a tanulókkal végig kell haladni. A tanulás kognitív szemlélete szerint a megértés lényege a tanultak megfelelő reprezentálása és az új ismeretek beépítése a meglévő tudásba (Csapó, 2001). Ez a megközelítés érvényesül a NOS ismereteinek tanulása során is. A NOS megfelelő megértésének eredményeként a tanuló képessé válik arra, hogy a tudomány természetéről szerzett ismereteivel a tanulási tevékenységére és tanórai kutatásaira reflektáljon és fordítva, a megfigyeléseit, vizsgálatait a NOS jellemzőihez kapcsolja. A NOS megértésében célszerű meghatározni azt az elérni kívánt fejlettségi szintet, melyre a tanulóknak szükségük van a mindennapi életük során (Lederman, 2015). Felmerülhet, hogy a

tanórai kutatási tevékenységek rendszeres végzése önmagában elegendő-e a NOS tartalmának megértéséhez. Ennek megválaszolására érdemes Hogan (2000) értelmezését megismerni, aki a NOS-ról való tudásra két kategóriát alkalmaz: (1) a *disztális tudás* a tanulók tudását jelenti a szakmai tudós közösség által használt protokollokról és gyakorlatokról, illetve azok tudományos termékeiről; (2) a *proximális tudás* a tanulók saját kísérleti tevékenységeivel kapcsolatos ismereteit és azok megértését tartalmazza. Hogan (2000) rámutat arra, hogy a tanulók a saját kutatási tevékenységeiket könnyebben tudják értelmezni, és a tudástranszfer a tágabb tudományos kontextus felé nem történik spontán és egyszerűen. A kutatások megerősítették, hogy a tanulói kutatási tevékenységek ideális környezetet teremtenek a tudomány természetével kapcsolatos nézetek fejlődéséhez, azonban a tevékenységből nem következik szükségszerűen a tudomány természetének megértése (Abd-El-Khalick, 2013). Ezt figyelembe véve explicit tantárgyi tartalmakra, valamint a saját és a kutatói tevékenységek összekapcsolására, és az azokra való reflexióra van szükség a NOS kívánt szintű megértéséhez.

A tanulók, mielőtt belépnek az iskola-rendszerbe, már előzetes meggyőződésekkel rendelkeznek azzal kapcsolatban, hogy mit csinálnak a tudósok, és hogyan keletkezik az a tudás, amelyről az iskolában tanulnak (Koerber és mtsai, 2015). A NOS megértése formálhatja a gyerekek gondolkodását és ezáltal nézeteit a természettudományos tudás keletkezéséről, így a pszichológia tudománya is foglalkozik a tudással és keletkezésével kapcsolatos nézetekkel, azonban más nomenklatúrát alkalmazva. A fejlődépszichológia a tudással kapcsolatos gondolkodás megközelítésére a *személyes episztemológia* vagy az *episztemikus gondolkodás* fogalmakat használja. A személyes episztemológia azon meggyőződések összesége, amelyekkel egy személy rendelkezik a tudás és az ismeretszerzés kapcsán (Peffer és Ramezani, 2019). Ezek episztemológiai nézetek vagy meggyőződések (*epistemological beliefs*) néven ismeretesek. Ilyen például a tudás valamely ismeretelméleti aspektusáról, például a tudás eredetéről alkotott meggyőződés (Schraw, 2013). Hofer és Pintrich (1997) szerint az episztemológiai meggyőződések többdimenziósak és területspecifikusak. A természettudomány területén nincs teljes konszenzus az episztemológiai meggyőződések dimenzióinak számát illetően, de a Hofer és Pintrich által javasolt 4 dimenziót – bizonyosság

A tanulók, mielőtt belépnek az iskola-rendszerbe, már előzetes meggyőződésekkel rendelkeznek azzal kapcsolatban, hogy mit csinálnak a tudósok, és hogyan keletkezik az a tudás, amelyről az iskolában tanulnak (Koerber és mtsai, 2015).

*A NOS megértése formálhatja a gyerekek gondolkodását és ezáltal nézeteit a természettudományos tudás keletkezéséről, így a pszichológia tudománya is foglalkozik a tudással és keletkezésével kapcsolatos nézetekkel, azonban más nomenklatúrát alkalmazva. A fejlődépszichológia a tudással kapcsolatos gondolkodás megközelítésére a személyes episztemológia vagy az episztemikus gondolkodás fogalmakat használja. A személyes episztemológia azon meggyőződések összesége, amelyekkel egy személy rendelkezik a tudás és az ismeretszerzés kapcsán (Peffer és Ramezani, 2019). Ezek episztemológiai nézetek vagy meggyőződések (*epistemological beliefs*) néven ismeretesek.*

(*certainty*), fejlődés (*development*), forrás (*source*), megalapozottság (*justification*) – tartalmazó modell terjedt el az episztemológiai meggyőződések kutatásában, Conley és munkatársai (2004) erre a modellre kifejlesztett kérdőívének gyakori alkalmazása miatt.

A NOS korábban bemutatott 7 kulcsszempontra átfedést mutat a természettudományos episztemológiai meggyőződések dimenzióival. Például a NOS esetében a természettudományos tudás változékonyságának megértése (6. kulcsszempontra) megfeleltethető az episztemológiai meggyőződések bizonyosság dimenziójának tartalmaival, illetve kapcsolódik a fejlődés dimenzióhoz is. Ha valaki nem érti a NOS ezen aspektusát, és naiv nézeteket vall, akkor a természettudományos tudást biztosnak és változatlanak tekinti, és nem ismeri fel azt, hogy az új eredmények és bizonyítékok hatására a természettudományos tudás változhat (Peffer és Ramezani, 2019). Akik a forrás dimenziót illetően kevésbé kifinomult episztemológiai meggyőződésekkel rendelkeznek, a tudást külső forrásoktól (pl. tudósok, tanárok) származónak gondolják, ezzel együtt a tudomány szubjektív természetét és saját szerepüket kevésbé érzik hangsúlyosnak a természettudományos tudás létrejöttében.

Annak ellenére, hogy a NOS megértése és az episztemológiai meggyőződések vizsgálatának tárgya a természettudományos tudás természetére és létrejöttének jellemzőire, episztemológiai értelmezésére irányul, a szakirodalomban a két terület kutatása különálló irányt képvisel. A természettudományos neveléssel foglalkozó kutatók a NOS perspektívájából közelítik meg ezt a területet, míg a pszichológusok a személyes episztemológia oldaláról vizsgálódnak (Peffer és Ramezani, 2019). A két kutatási terület bőséges szakirodalma ellenére a szintézisre viszonylag kevés példát (ld. Cho és mtsai, 2011; Deng és mtsai, 2011; Ozgelen, 2012; Peffer és Ramezani, 2019) látni.

Az előző két fejezet ismertette a NOS fogalmának értelmezését, és elhelyezte a NOS-t a természettudományos műveltség rendszerében. A továbbiakban a tanulmány a tudományos tudás jellemzőinek és keletkezésének sokoldalú megközelítése miatt a tudomány természetének csak a természettudományos neveléssel foglalkozó területét érinti. Azon belül is a NOS megértésének vizsgálatával, valamint a tantervi megjelenésével kapcsolatos kutatásokat mutatjuk be részletesen.

A NOS megértésének vizsgálatára alkalmas mérőeszközök

A NOS megértésére vonatkozó első vizsgálatok és ezzel párhuzamosan az első mérőeszközök megjelenése az 1960-as évekre tehető, melynek úttörői az Amerikai Egyesült Államok oktatáskutatói voltak. Lederman (2007) történeti áttekintésében részletesen ismerteti azokat a mérőeszközöket, melyeket a NOS különböző aspektusainak értékelésére fejlesztettek ki a terület kutatói, és amelyek meghatározó mérföldkövek voltak a NOS értékelésének fejlődésében. Ezek időrendi listáját az 1. táblázat tartalmazza. A kezdeti mérőeszközök gyenge validitást mutattak a NOS értékelése kapcsán, mert számos, nem a NOS-ra jellemző dimenziót is tartalmaztak. Például a tanulói attitűdök vizsgálatát a tudománnyal kapcsolatban, vagy a kutatási tevékenységek sajátosságait, illetve készségeit helyezték előtérbe a tudományos tudás episztemológiai jellemzői helyett (Lederman, 1998).

1. táblázat. A NOS mérőeszközök történeti áttekintése (Lederman, 2007. 862.)

Dátum	Mérőeszköz	Szerző(k)
1954	Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Facts About Science Test (FAST)	Stice
1959	1959 Science Attitude Scale	Allen
1961	Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Processes of Science Test	BSCS
1966	Inventory of Science Attitudes, Interests and Appreciations	Swan
1967	Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1968	Science Support Scale	Schwirian
1968	Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Science Inventory (SI)	Hungerford & Walding
1975	Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser
1980	Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith
1982	Language of Science (LOS)	Ogunniyi
1987	Views on Science-Technology-Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming & Ryan
1990	Views of Nature of Science A (VNOS-A)	Lederman & O'Malley
1992	Modified Nature of Scientific Knowledge	Meichtry
1995	Critical Incidents	Nott & Wellington
1998	Views of Nature of Science B (VNOS-B)	Abd-El-Khalick, Bell & Lederman
2000	Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El-Khalick & Lederman
2002	Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman & Khishfe
2004	Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman & Ko

Egészen a '80-as évekig az értékelésben a kvantitatív megközelítés volt a jellemző. Előnye, hogy a NOS megértése könnyen számszerűsíthető és kategorizálható a naiv és a kifinomult nézetek dimenziójában, azonban részletesebb elemzések elvégzésére a módszer nem alkalmas. Továbbá, ha kizárólag kérdőíves módszereket alkalmaznak egy

vizsgálatban, nem biztos, hogy valid lesz a NOS-sal kapcsolatos nézetek értékelése, hiszen a zárt kérdőív-tételekben a fejlesztők feltételezik a válaszadók hasonló értelmezését (Deng és mtsai, 2011). A tudomány természetéről alkotott tanulói és tanári meggyőződések pontosabb és mélyebb megértése céljából a '90-es években megjelent a kvalitatív módszerek alkalmazása is, nyílt végű kérdések és interjúk formájában. A kvalitatív módszerek révén lehetőség nyílik a megértés okainak és összefüggéseinek feltárására, valamint alkalmasak a fejlesztő programok hatására bekövetkező változások pontosabb kimutatására, visszajelzésként szolgálva az oktatáskutatók számára. Hátrányaik között szerepel, hogy nagy az erőforrásigényük, így főként néhány tízfős mintára alkalmazzák azokat, kiegészítve velük a kérdőíves vizsgálatokat (Chen és mtsai, 2013).

Fontos előrelépésnek számított a NOS kutatásával kapcsolatban, hogy Lederman és O'Malley (1990) kifejlesztettek egy hét tételből álló, nyílt végű kérdéseket tartalmazó mérőeszközt (*Views of Nature of Science A*, VNOS-A), melynek célcsoportja a középiskolás korosztály volt. A validitás növelése érdekében interjúkkal kiegészítve ellenőrizték az egyes tételeket. Abd-El-Khalick, Bell és Lederman (1998) a VNOS-A tételeit felülvizsgálva és módosítva létrehoztak egy tanárok és tanárszakos hallgatók NOS nézeteinek feltárására alkalmas mérőeszközt (*Views of Nature of Science B*, VNOS-B), majd ennek továbbfejlesztett változatát, a VNOS-C mérőeszközt. A VNOS-D és VNOS-E mérőeszköz kifejlesztésével újabb célcsoporttal bővült a VNOS mérőeszköz-család felhasználhatósága, hiszen ezekkel az általános iskolások NOS-sal kapcsolatos nézetei is értékelhetővé váltak. Ayala-Villamil és García-Martínez (2021) elemzésükben rámutatnak, hogy bár a VNOS mérőeszközöknek vannak korlátaik, a tudomány természetének kutatásában olyan mérföldkövek, melyek alkalmazása és hatása a jelenkori kutatásokban is jelentős. Ezt Cofré és munkatársai (2019) kritikái áttekintése is megerősíti, amelyben arra a megállapításra jutottak, hogy a NOS-sal kapcsolatos nézetek vizsgálatára leggyakrabban a VNOS mérőeszköz-típusokat alkalmazták.

Az újabb mérőeszközök a NOS megértésének kvantitatív vizsgálatához zárt itemeket használnak (Likert-skála vagy többszörös választás formájában). A *Pupils' Nature of Science Scale* (PNSS) (Huang és mtsai, 2005) kérdőív az általános iskolás korosztályhoz tartozó tanulók tudomány természetéről alkotott nézeteinek vizsgálatára alkalmas. A mérőeszköz 3 alskálája a következő: a tudomány felfedezésen alapuló és változó természete, a tudomány társadalmi szerepe, a tudomány kulturális kontextusa. Minden alskálához 5 kérdőív-tétel tartozik, így összesen 15, ötfokú Likert-skálás itemet tartalmaz (Huang és mtsai, 2005). A *Scientific Epistemological Views* (SEV) (Tsai és Liu, 2005) kérdőív középiskolás korban vizsgálja a tudomány természetével kapcsolatos nézetek 5 dimenzióját („Társadalmi párbeszéd szerepe”, „Tudomány felfedezésen alapuló és változó természete”, „Elméletekre épülő kutatás”, „Kulturális hatások”, „A változó és nem végleges tudományos tudás”). Az 5 dimenzió köré szervezet 19 állítás, melyek ötfokú skálán (1 = egyáltalán nem értek egyet; 5 = teljes mértékben egyetértek) mérnek, jelentős átfedést mutat a NOS kulcsszempontokkal (Tsai és Liu, 2005). A *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry* (SUSSI) (Liang és mtsai, 2006; Liang és mtsai, 2008) kérdőívet a nemzetközi tantervi dokumentumok tartalmának vizsgálata, valamint a NOS-sal kapcsolatos természettudomány-tanítási kutatások eredményei alapján fejlesztették ki. Az ötfokú Likert-skálás kérdőív-tételek mellett minden válaszhoz a tanulóknak magyarázatot is kell adniuk, így ez többletinformációt ad a tanulók megértéséről a tudományos tudás fejlődése kapcsán. A kérdőív szinte teljesen igazodik a NOS kulcsszempontokhoz, azonban egyik alskálája a természettudományos kutatás módszereivel kapcsolatos ismereteket is magában foglalja (Miller és mtsai, 2010). A SUSSI kérdőív érvényessége azonban alulmarad a VNOS mérőeszközhöz képest (Lederman és mtsai, 2014). A *Students' Views of Nature of Science* (SVNOS) (Lin és mtsai, 2013) kérdőív 33 tétele felső tagozatos és középiskolás tanulók NOS-megértését vizsgálja a következő 7 szempont

alajján: elméletre épülés, kreatív jelleg, szubjektivitás, kulturális hatás, a tudással kapcsolatos bizonytalanság, társadalmi párbeszéd és indoklás. A vizsgálatok azt bizonyították, hogy a kérdőív érvényes és megbízható a középiskolás tanulók NOS-sal kapcsolatos megértésének nagymintán történő értékelésére (Ebren Kuyumcu és Sungur, 2022; Lin és mtsai, 2013). A *Students' Ideas about Nature of Science* (SINOS) (Chen és mtsai, 2013) kérdőív 7 alskálán méri a tanulók NOS-sal kapcsolatos nézeteit (elméletközpontúság, a kreativitás és képzelet használata, a tudományos tudás változékonysága, a tudományos tudás tartóssága, a tudomány összefüggései és objektivitása, tudomány fiúknak és tudomány lányoknak). Megemlítendő, hogy a mérőeszköz nemi sztereotípiákkal kapcsolatos alskálái nem sorolhatók klasszikusan a NOS megismert kategóriáihoz. A mérőeszköz 47, ötfokú Likert-skálás itemet tartalmaz, melynek validálására 5. és 6. évfolyamos mintán került sor (Chen és mtsai, 2013; Cansiz és mtsai, 2017).

Shaakumeni és Csapó (2019) a korábbi mérőeszközök alapján, elsősorban Lederman és munkatársainak (2014) kutatásaira alapozva dolgozott ki és namibiai középiskolások mintáján validált egy 28 itemes, ötfokú Likert-skálán mérő kérdőívet (*Beliefs about Nature of Science*, BANOS).

Az újabb kérdőívek kidolgozásában fontos szerepük volt a történeti áttekintésben felvázolt mérőeszközöknek, sok esetben a kutatók ezekhez nyúltak vissza. A mérőeszközök megbízhatóságának növekedésével egyre nagyobb mintán lehetett kutatásokat végezni, ami hozzájárult ahhoz, hogy a 2000-es évektől a témában megjelent empirikus vizsgálatok száma is egyre nagyobb növekedést mutat (Azevedo és Scarpa, 2017). Egyre több empirikus adat áll rendelkezésre mind a tanulók, mind a tanárok NOS-megértésével kapcsolatban, amelyek alapján választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy a tanulóknak a közoktatás végére sikerül-e kellő szinten megérteni a tudomány működését és a tudományos tudás keletkezését.

A NOS megértése a tanulók körében

A NOS több évtizede a nemzetközi tantervek meghatározó eleme, valamint a NOS megértése és a kifinomult természettudományos episztemológiai meggyőződések birtoklása hozzátartoznak a természettudományos műveltséghez. A kifinomult NOS-nézetek azonban nem alakulnak ki spontán módon a tanulóknak, és gyakran a tanárok nem tekintik a tudomány természetével kapcsolatos tudást a hagyományos tantárgyi tartalmakkal egyenértékű oktatási célként, így a legtöbb diák nem rendelkezik kellő fokú megértéssel a természettudományos tudás jellemzőiről és keletkezéséről (McComas, 2017; Lederman, 2007).

Már a kisiskolások is rendelkeznek a tudomány természetének kezdetleges megértésével (Koerber és mtsai, 2015), azonban a NOS egyes szempontjainak tanulói megértésében és fejlődésében különbségek mutatkoznak. A kutatások alapján a legjobban megértett NOS-jellemző az, hogy a tudomány empirikus adatokon alapszik, majd ezt követi a kreativitás fontossága a tudományban (Cofré és mtsai, 2019). A fejlődési tendenciák sem azonosak, és nem minden NOS-szempont esetében mutathatók ki (Deng és mtsai, 2011). A tudomány kreatív jellemzői kapcsán a természettudományok tanulásával eltöltött idő és a NOS-nézetek fejlettsége között összefüggés mutatható ki (Tsai, 2006). Hodson és munkatársai (2018) vizsgálatában a NOS-tartalmak megértésének fejlettsége összefüggést mutatott a társadalmi-tudományos kérdésekben (*Socio-scientific Issues*, SSI) való jártassággal egy ökológiai problémához kapcsolódva. A kapcsolat különösen a környezeti és ökológiai kutatásokkal kapcsolatos tartalmak esetében volt erős. Ez megerősítette azt a megállapítást, hogy a kifinomult NOS-nézetek utat nyitnak a tanulók számára ahhoz, hogy kritikusan foglalkozzanak a társadalmi-tudományos vonatkozásokkal,

és felhasználják azokat konkrét kérdések és tartalmak kapcsán, elősegítve a problémák többszemponútú értelmezését (Herman és mtsai, 2019).

A NOS-ról alkotott elképzeléseket explicit módon, reflektív oktatással lehet a leg-
hatékonyabban elsajátítani, szemben az implicit, egyszerűen a tudomány művelésével
kapcsolatos tapasztalatokkal (Lederman, 2007). Például, Khisfe (2014) kutatásában, 121
hetedik osztályos tanulót bevonva, a vizek felhasználásával kapcsolatos társadalomtu-
dományi kérdések kapcsán a NOS-tartalmak explicit tanítását ötvözte az érvelési kész-
ségekkel, és ez hozzájárult a NOS-tartalmak jobb tanulói megértéséhez (Khisfe, 2014).
Ezt erősíti meg Tsai (2006) kutatása is, ahol tajvani középiskolások NOS-megértését
vizsgálta biológia és fizika tantárgyhoz kapcsolódóan, és azt találta, hogy a biológia tan-
tárgy esetében jobb megértést és kifinomultabb nézeteket mutattak a diákok, mint a fizika
esetében. Ezt az eredményt azzal magyarázta, hogy a vizsgálatban részt vevő biológia-
tanárok sokkal több nyitott kutatási lehetőséget teremtettek a tanulók számára, ami segí-
tette a tudomány működésével kapcsolatos megértésüket (Tsai, 2006). Peters és Kitsantas
(2010) általános iskolásokkal végzett vizsgálatában a diákoknak a természettudományos
kísérletek eredményeit össze kellett vetniük a NOS-tartalmakkal, melyhez metakog-
nitív segítséget kaptak kérdések és ellenőrző listák formájában. Ez a tanulási módszer
kifinomultabb NOS-megértést eredményezett, melyet későbbi tanuláskor is tudtak
alkalmazni (Peters és Kitsantas, 2010). Cofré és munkatársai (2019) metaelemzésükben
megállapították, hogy a kutatások a módszerek széles körét alkalmazzák a NOS megér-
tésének fejlesztésére, de a legjellemzőbbek a kutatási tevékenységek, valamint a refle-
xióval ellátott gyakorlatok és a tudománytörténeti megközelítések voltak. Rámutattak
ugyanakkor arra is, hogy nem áll rendelkezésre elég empirikus adat, továbbá az egyes
fejlesztő programokban több olyan változó (pl. a tanárok NOS-megértése, a NOS-szem-
pontok tanításának mélysége) szerepelt, amelyet nem lehetett kontrollálni, és sok esetben
a kutatók csak téma- és tevékenységeirásokat közöltek az intervenció részleteit illetően.

A NOS-ra vonatkozó tanulói nézetek jobb megértése és a megfelelő természettudomá-
nyos műveltség elérését megcélzó társadalmi igény azt eredményezte, hogy napjainkban
a természettudományos tantervekben egyre fontosabb helyet foglalnak el a természettu-
dományos tudás jellemzőivel és keletkezésével kapcsolatos tartalmak, melyekre néhány
példát mutat be a következő fejezet.

A NOS megjelenése a természettudományos tantervekben

A természettudományos tantervek közös célja világszerte, hogy támogassák a termé-
szettudományos műveltség fejlesztését. A nemzetközi szakpolitikai dokumentumok
(pl. Eurydice Network, 2012; National Research Council, 2012) kiemelik a megfelelő
természettudományos műveltséggel rendelkező állampolgárok szerepét, akik olyan kom-
petenciákkal rendelkeznek, hogy értelmezni és kezelni tudják azokat a társadalmi-tudo-
mányos kérdéseket és problémákat, melyekkel állampolgárként találkozni fognak, így a
természettudományok iskolai tanításának céljait ehhez a társadalmi igényhez szükséges
hozzárendelni (Murphy és mtsai, 2021). A tantervi célokhoz és tartalmakhoz kapcsoló-
dóan a rendszerszintű nemzetközi felmérésekben is központi helyet foglal el a termé-
szettudományos műveltség széleskörű értékelése – ahogy ezt a PISA-vizsgálat korábban
bemutatott elméleti keretrendszere is képviseli.

A nemzetközi szakirodalomban évtizedek óta a természettudományos műveltség
alapvető elemeként tekintenek a NOS jellemzőinek ismeretére (Hodson, 2014). Az
Amerikai Egyesült Államokban úttörőként, az utóbbi három évtizedben a természettu-
dományos nevelés tantervi dokumentumaiban (*Science for all Americans*, AAAS,
1989; *Science Education Content Standards*, NRC, 1996) egyre nagyobb figyelmet

kapott a természettudomány ismeretelméleti, tudományfilozófiai és tudománytörténeti szempontból való megközelítése (Dagher és Erduran, 2016). Azonban annak kérdése, hogy a NOS-sal kapcsolatban mit kellene tanítani az iskolában, ahogy korábban említettük, számos vitát eredményezett a terület kutatói között. Ennek feloldását segítette, hogy egy konszenzuson alapuló tartalmi lista került be az egyesült államokbeli oktatási standardokba a tudomány természete kapcsán, mely iránymutatásként szolgál a NOS-tartalmak tanítási folyamatba való beemeléséhez. A kezdeti tapasztalatokat felhasználva a NOS tantervi megjelenése kiszélesedett, és mára számos természettudományos tanterv szerves részét képezi a világ több országában (pl. Egyesült Királyság, Írország, Németország, Ausztrália) is (Krell és mtsai, 2015). E tanulmányban annak megválaszolására, hogyan jelenhetnek meg a NOS jellemzői a tanítási folyamatban, az Amerikai Egyesült Államok természettudományos nevelését szabályzó közös oktatási standardokhoz (*Next Generation Science Standards*, NGSS) készült elméleti keretrendszerből (*Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, NRC, 2012) vett példákat ismertetünk.

Az NGSS a NOS-sal kapcsolatos tartalmakat nyolc állítás köré szervezi, így alakítva ki a standardok NOS-mátrixát, melyek a következők (NGSS, 2013): (1) A tudományos kutatásban különféle módszereket alkalmaznak; (2) A természettudományos ismeretek kutatások bizonyítékain alapsznak; (3) A természettudományos ismeretek az új bizonyítékok alapján módosulhatnak; (4) A természeti jelenségeket tudományos modellek, törvények, mechanizmusok és elméletek magyarázzák; (5) A természettudomány a világ megismerésének módja; (6) A természettudományos ismeretek feltételezik a természeti rendszerek rendezettségét és annak mintázataiból annak kikövetkeztethetőségét; (7) A természettudomány az emberi igyekezet eredménye; (8) A természettudomány a természeti és anyagi világ kérdéseivel foglalkozik. Ezek az állítások két csoportba rendeződnek. Az első négy kategória a tudományos tevékenységekhez (*Practices*) kapcsolja a NOS megértését, a második négy kategória pedig a diszciplináris területeken átívelő fogalmakhoz (*Crosscutting Concepts*) kapcsolatlan értelmezi a NOS-t. Minden témakör standardjánál feltüntetik, hogy az mely

A nemzetközi szakirodalomban évtizedek óta a természettudományos műveltség alapvető elemeként tekintenek a NOS jellemzőinek ismeretére (Hodson, 2014). Az Amerikai Egyesült Államokban úttörőként, az utóbbi három évtizedben a természettudományos nevelés tantervi dokumentumaiban (Science for all Americans, AAAS, 1989; Science Education Content Standards, NRC, 1996) egyre nagyobb figyelmet kapott a természettudomány ismeretelméleti, tudományfilozófiai és tudománytörténeti szempontból való megközelítése (Dagher és Erduran, 2016). Azonban annak kérdése, hogy a NOS-sal kapcsolatban mit kellene tanítani az iskolában, ahogy korábban említettük, számos vitát eredményezett a terület kutatói között. Ennek feloldását segítette, hogy egy konszenzuson alapuló tartalmi lista került be az egyesült államokbeli oktatási standardokba a tudomány természete kapcsán, mely iránymutatásként szolgál a NOS-tartalmak tanítási folyamatba való beemeléséhez.

NOS-tartalomhoz kapcsolódik, és az adott iskolai szakaszban annak ismerete milyen szinten várható el a tanulótól. Ebből megállapítható a megértéssel kapcsolatos fogalmak és a hozzájuk kapcsolódó tartalmak egymásra épülése, a képzési szakaszok előrehaladtával való bővülése.

A nemzetközi kitekintés után felmerül a kérdés, hogy a hazai tantervi szabályozás természettudománnyal foglalkozó részeiben megjelennek-e, és ha igen, milyen mértékben a NOS-sal kapcsolatos tartalmak. Előtte azonban érdemes megismerni a természettudományok tanításának tantervi megközelítéseit. A természettudomány tudományterületeinek egymáshoz való viszonyában két szemléletmód terjedt el: a diszciplináris és az integrált. Ez a kétféle megközelítés megjelenik az egyes szabályzó dokumentumokban és ezáltal a természettudomány oktatásának megszervezésében is. A hagyományos, diszciplináris elrendezés tantárgyak köré szervezve ismerteti meg a tanulókkal a természetet. Ez a megközelítés a minél magasabb szintű akadémiai tudás átadását segíti. Hazánkban is ez jellemző a 7. évfolyamtól kezdve a közoktatás záróévfolyamáig (eltekintve az egykori szakgimnáziumok, ma technikumok természettudományos oktatásának megvalósításától). A 2020. évi tantervi reform új megvalósítási utakat is megnyitott a természettudományok tanításában, lehetőségként kínálva az iskoláknak a 7. és 8. évfolyamon az integrált megközelítésű természettudomány tanítását, illetve a gimnáziumi képzés 11. évfolyamán az integrált természettudomány tantárgy bevezetését (NAT, 2020). Ezen kezdeményezések lehetőséget adhatnak a társadalomközpontú természettudomány erősítésére, a tudomány és a mindennapi élet összekapcsolására a természettudományok tanítása során a társadalmilag érzékeny természettudományos kérdések bevonásával (Ke és mtsai, 2021). Ennél a szemléletnél a tananyag olyan témák vagy problémák köré szerveződik, amelyek multidiszciplináris megközelítést igényelnek, így a tudomány természetével kapcsolatos tartalmak fontos elemei az ilyen típusú tanterveknek. Ahhoz, hogy az integrált természettudományos nevelés hazánkban is reális és hatékony alternatíva legyen, speciálisan e területre képzett tanárok és megfelelő taneszközök, segédanyagok szükségesek.

Jelenleg a köznevelési alapfeladatot ellátó intézményekben két alaptanterv (1–2., 5–6. és 9–10. évfolyamokon a 2020-as Nemzeti alaptanterv, a többi évfolyamon kifutó rendszerben a 2012-es Nemzeti alaptanterv) és a hozzá kapcsolódó kerettantervek hatályosak, így a tanulmány ezek vizsgálatára terjed ki. A 2012-es Nemzeti alaptantervben a *tudomány természete* kifejezés explicit módon nem szerepel, azonban az *Ember és természet* műveltségi terület alapelvei és céljai a NOS-ra jellemző tartalmakat is megfogalmazzák: A tanulóknak meg kell ismerniük, hogy a természettudományos modellek és elméletek hogyan fejlődtek, érvényességüknek milyen határai vannak, emellett fontos még annak megértése, hogy a tudományos tudás állandóan fejlődik, és az új felfedezések sokszor kiegészítik, és nem zárják egymást. Olyan tartalmak is megjelennek e műveltségi terület bevezető szövegében, hogy a természettudományos tudás megfigyeléseken és kísérleteken alapszik, tehát empirikus, és a kutatások eredményei az elméletek, törvények, szabályok. Továbbá beemelik a kutatók munkája kapcsán a tudós felelősségének fontosságát (NAT, 2012). Ezen tartalmak a NOS kulcskategóriáinak többségét jelentik, azonban a tantárgyak műveltségterületének részletezésében nem jelennek meg. A 2020-as alaptantervi dokumentumban már találkozunk a tudomány természetének fogalmával a *Természettudomány és földrajz* műveltségi terület bevezetőjében: „A természettudományos műveltség az alapvető fogalmak és elméletek mellett a tudomány természetéről szerzett tudást és a mindennapi életben alkalmazható vizsgálati és probléma-megoldási készségek fejlesztését is magában foglalja...” (NAT, 2020. 365.). A szöveg viszont nem értelmezi a NOS fogalmát, és nem kapcsol hozzá konkrét tartalmakat. Ugyanakkor a tantárgyak ismertetésekor megjelenik néhány, a tudomány természetével kapcsolatos tartalom. Például biológiából 7–8. évfolyamon a tantárgy tanításának specifikus jellemzésénél az elméletek bizonyítékon való alapulása és érvényessége, vagy fizikából 9–10.

évfolyamon a természettudományos tudás emberi kultúrához való kapcsolódása és a természettudományos világnép fejlődése és átalakulása. E tartalmak súlya és előfordulása azonban nem mutat koherenciát az egyes természettudományos tantárgyak között, a kémia tantárgy esetében pedig teljesen hiányzik.

Annak megválaszolására, hogy a NOS meg tud-e jelenni expliciten a tanítási órákon, a természettudományos tantárgyak kerettantervei adhatnak választ. A kerettantervek elemzése a tudomány természetéhez kapcsolható kulcsszavas kereséssel valósult meg, melyhez a következő kulcsszavakat használtuk: *tudomány természete, tudomány működése, természettudományos tudás, tudományos tudás, tudás keletkezése, tudás, tudós, kutató*. A természettudomány 3–4. évfolyamos és 5–6. évfolyamos képzési szakaszaihoz tartozó kerettantervi dokumentumokban nem jelennek meg a tudomány természetéhez kapcsolódó tartalmak. A 7–8. évfolyamon egyedül a biológia tantárgy esetében, *A biológia tudományának céljai és vizsgálati módszerei* témakör tanulási eredményeinél szerepel a NOS-sal kapcsolatba hozható ismeret a tudás fejlődésének, valamint a tudósok munkájának és felelősségének kontextusában.

A gimnáziumi kerettanterveket tekintve biológiából a 9–10. évfolyamon a leghangsúlyosabb a tudomány természetének megjelenítése *A biológia tudománya* témakör kapcsán. Itt az általános iskolai szakaszban elsajátított tartalmakhoz kapcsolódva, azok kibővítéseként jelenik meg. A fizika tantárgynál több témakör tanulási eredményeiben is megjelenik ugyanazon NOS-tartalom: „tudja, hogyan születnek az elismert, új tudományos felismerések, ismeri a tudományosság kritériumait” (Fizika kerettanterv, 2020). A kémia tantárgy esetében inkább rejtett tantervi célként jelenik meg a tudomány természetéről való tudás. Olyan, a kerettantervben javasolt tevékenységek révén építheti be a szaktanár a NOS-t, mint a tudománytörténeti témában történő bemutatókészítés vagy a tudományos és áltudományos információ megkülönböztetését segítő tanulási módszerek alkalmazása. A legtöbb lehetőséget annak megismertetésére, hogy hogyan működik a tudomány és hogyan keletkezik a tudományos tudás, a gimnáziumokban a 11. évfolyamon újonnan bevezetett természettudomány tantárgy biztosíthatja, melynek célja azon tanulók megszólítása, akik nem kívánnak természettudományos területen továbbtanulni, és ezért nem vették fel egyik természettudományos tantárgyat sem fakultációként. A tantárgy lényege, hogy nem a szaktárgyi ismeretek további bővítését szolgálja, hanem egy komplex látásmód kialakítását a mindennapi természettudományos kérdések és problémák mentén, mely segíti a tudomány hitelességével és a tudás megbízhatóságával kapcsolatos képzetek erősödését a tanulóknál. Ezen célok teljesüléséhez a tudomány természetének minél szélesebb körű megismertetése elengedhetetlen nemcsak a tanulókkal, de az őket tanító szaktanárokkal is.

A fejezet rávilágított arra, hogy ahhoz, hogy a természettudományos nevelésben a tudomány természetével kapcsolatos tartalmak érvényre jussanak, a NOS pontosabb meghatározása, tudatosabb tantervi reprezentációja, valamint aspektusainak a képzési szakaszokon átívelő, folyamatos bővítése és összehangolt megjelenése szükséges, ahogyan az például az Amerikai Egyesült Államok természettudományos nevelését szabályzó közös oktatási standardjában megfigyelhető.

Összegzés és további kutatási, fejlesztési lehetőségek

A tanulmány átfogó ismertetőt adott a NOS értelmezéséről, szakirodalmának sokszínűségéről, és bemutatta ezt az intenzíven fejlődő területet, melyre a természettudományos műveltség alapvető részeként, és ezáltal a természettudományos nevelésben fejlesztési célként is tekintenek. Abban nemzetközi szinten sikerült konszenzusra jutni, hogy milyen tartalmak kerüljenek be a tudomány természetéről a természettudományos tantervekbe,

és az sem vitatott, hogy a természettudományos tudásnak és a tudás keletkezésének jellemzőit minél szélesebb körben meg kell ismertetni (McComas, 2017). Ennek ellenére még számos ország tantervében csekély a NOS-tartalmak képviselője (Olson, 2018), és a hazai oktatási gyakorlatban való elterjesztése is várat magára.

A tantervek a változásnak csak egyik tényezői. A jövőben a részletes tantervi elemzés mellett fontos megvizsgálni az új kerettantervekhez készült tankönyveket is. A nemzetközi trendekhez viszonyított kritikai elemzés segítene azonosítani a meglévő NOS-tartalmakat, valamint rámutatna a hiányosságokra is. A nemzetközi példák alapján módszertani javaslatokat is fontos megfogalmazni arra, hogyan lehet a tananyag tanórai feldolgozásába ténylegesen beépíteni a NOS elemeit. Néhány hazai példát látunk már erre, például tudománytörténeti folyamatok elemzése, tudománytörténeti példák bemutatása; az adott diszciplína fejlődését jelentősen befolyásoló kutatások elemzése, értékelése (Korom és Radnóti, 2020; Nagy és mtsai, 2021; Radnóti, 2020; Radnóti, 2021a, 2021b); a tudomány természetéről való tudás formálása kutatásalapú tanulással, amelyek kiindulásként szolgálhatnak a további fejlesztésekhez.²

Ahhoz, hogy a tanteremben is elinduljanak a pozitív változások, a tanárok meggyőződéseinek formálása és a NOS-sal kapcsolatos tudásuk gyarapítása is szükséges, ami nem könnyű feladat. A gyakorló tanárok a tudomány természetének, a tudás jellemzőinek és a tudás keletkezésének megismertetésével olyan komplexebb szemléletmódot alakíthatnak ki a tanulóknak, amelyen keresztül azok jobban megérthetik a körülöttük zajló világ működését, és hatékonyabban tudnak részt venni a globális, társadalmi és környezeti problémák megoldásában. A szemléletformáláson és a pozitív tapasztalaton túl a NOS-tartalmak tantervi szabályzó dokumentumokba való bekerülése is előmozdíthatja, hogy a pedagógusok értékes tanulási kimenetként tekintsenek a tudomány természetéről való tudásra.

A tanárok felkészítéséhez, a természettudományos tudás jellemzőinek oktatásba való beépítéséhez a nemzetközi gyakorlathoz hasonlóan hazánkban is kiterjedt empirikus kutatásokra van szükség. Ilyen például a tanulók és a tanárok NOS-sal kapcsolatos nézeteinek, ismereteinek feltárása, majd ezeket követően a tudomány természetének megértését a tantárgyi tartalmak tanításán keresztül segítő fejlesztő programok kidolgozása. A tanárképzés mellett a természettudományos felsőoktatási képzés esetében is érdekes lenne megnézni, hogy miként gondolkodnak a témáról a jövő szakemberei, kutatói.

Nagy Márió Tibor

*Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola;
MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport*

Korom Erzsébet

*Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Intézet, Oktatásmélt Tanszék;
MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport*

Köszönetnyilvánítás, támogatás

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja támogatta.

Irodalom

- AAAS (1989). *Science for all Americans*. American Association for the Advancement of Science.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–437. DOI: [10.1002/\(sici\)1098-237x\(199807\)82:4<417::aid-sce1>3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(199807)82:4<417::aid-sce1>3.0.co;2-e)
- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15–42. DOI: [10.1080/09500690410001673810](https://doi.org/10.1080/09500690410001673810)
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching *With* and *About* Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22, 2087–2107. DOI: [10.1007/s11191-012-9520-2](https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2)
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39–55. DOI: [10.1002/\(sici\)1098-2736\(199701\)34:1<39::aid-tea4>3.0.co;2-p](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199701)34:1<39::aid-tea4>3.0.co;2-p)
- Ayala-Villamil, L-A. & García-Martínez, A. (2021). VNOS: A historical review of an instrument on the nature of science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238 DOI: [10.21601/ijese/9340](https://doi.org/10.21601/ijese/9340)
- Azevedo, N. H. & Scarpa, D. L. (2017). A Systematic Review of Studies about Conceptions on the Nature of Science in Science Education. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 17(2), 621–659. DOI: [10.28976/1984-2686rpecc2017172621](https://doi.org/10.28976/1984-2686rpecc2017172621)
- B. Németh, M. & Korom, E. (2012). A természettudományos műveltség és az alkalmazható tudás értékelése. In Csapó, B. & Szabó, G. (szerk.), *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó. 59–92.
- Cansiz, M., Cansiz, N., Tas, Y. & Yerdelen, S. (2017). Turkish Version of Students' Ideas about Nature of Science Questionnaire: A Validation Study. *International Journal of Progressive Education*, 13(1), 42–51.
- Chang, Y-H., Chang, C-Y. & Tseng, Y-H. (2010). Trends of Science Education Research: An Automatic Content Analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 315–331. DOI: [10.1007/s10956-009-9202-2](https://doi.org/10.1007/s10956-009-9202-2)
- Chen, S., Chang, W.-H., Lieu, S.-C., Kao, H.-L., Huang, M.-T. & Lin, S.-F. (2013). Development of an empirically based questionnaire to investigate young students' ideas about nature of science: Students' ideas about nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 408–430. DOI: [10.1002/tea.21079](https://doi.org/10.1002/tea.21079)
- Cho, M-H., Lankford, D. M. & Wescott, D. J. (2011). Exploring the Relationships among Epistemological Beliefs, Nature of Science, and Conceptual Change in the Learning of Evolutionary Theory. *Evolutaion: Education and Outreach*, 4, 313–322. DOI: [10.1007/s12052-011-0324-7](https://doi.org/10.1007/s12052-011-0324-7)
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Santibáñez, D., Valencia, M. & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205–248. DOI: [10.1007/s11191-019-00051-3](https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3)
- Conley, A. M. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I. & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29(2), 186–204. DOI: [10.1016/j.cedpsych.2004.01.004](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.004)
- Csapó, B. (2004). Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. In Csapó, B. (szerk.), *Tudás és iskola*. Műszaki Kiadó. 11–28.
- Csapó, B. (2001). A kognitív képességek szerepe a tudás szervezésében. In Báthory, Z. & Falus, I. (szerk.), *Tanulmányok a neveléstudomány köréből*. Osiris Kiadó. 270–293.
- Dagher, Z. R. & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 25, 147–164. DOI: [10.1007/s11191-015-9800-8](https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8)
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C.-C. & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: a critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961–999. DOI: [10.1002/sce.20460](https://doi.org/10.1002/sce.20460)
- Ebren Kuyumcu, E. & Sungur, S. (2022). The role of student related characteristics in nature of science views. *Hacettepe University Journal of Education*, 37(1), 125–139. DOI: [10.16986/huje.2020060031](https://doi.org/10.16986/huje.2020060031)
- Eurydice Network, Forsthuber, B., Horvath, A. & Almeida Coutinho, A. (2012). *Science education in Europe: national policies, practices and research*, Publications Office. DOI: [10.2797/7170](https://doi.org/10.2797/7170)
- Herman, B. C., Sadler, T. D., Zeidler, D. L. & Newton, M. H. (2018). A Socioscientific Issues Approach to Environmental Education. In Reis, G. & Scott, J. (szerk.), *International Perspectives on the Theory and Practice of Environmental Education: A Reader. Environmental Discourses in Science Education. Vol 3*. Springer. DOI: [10.1007/978-3-319-67732-3_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67732-3_11)
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development and shifting emphases. In Matthews, M. R. (szerk.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Springer. 911–970. DOI: [10.1007/978-94-007-7654-8_28](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_28)

- Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140. DOI: [10.3102/00346543067001088](https://doi.org/10.3102/00346543067001088)
- Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science. *Science Education*, 84(1), 51–70. DOI: [10.1002/\(sici\)1098-237x\(200001\)84:1<51::aid-sce5>3.0.co;2-h](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(200001)84:1<51::aid-sce5>3.0.co;2-h)
- Huang, C.-M., Tsai, C.-C. & Chang, C.-Y. (2005). An investigation of Taiwanese early adolescents' views about the nature of science. *Adolescence*, 40, 645–654.
- Irzik, G. & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In Matthews, M. R. (szerk.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Springer. 999–1021. DOI: [10.1007/978-94-007-7654-8_30](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30)
- Kaya, S., Erduran, S., Birdthistle, N. & McCormak, O. (2018). Looking at the Social Aspects of Nature of Science in Science Education Through a New Lens. *Science & Education*, 27, 457–478. DOI: [10.1007/s11191-018-9990-y](https://doi.org/10.1007/s11191-018-9990-y)
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L. & Friedrichsen, P.L. (2021). Developing and Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in the Context of Socio-Scientific Issues. *Science & Education*, 30, 589–607. DOI: [10.1007/s11191-021-00206-1](https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1)
- Kerettantervek., Természettudomány (2020), Biológia (2020), Fizika (2020), Kémia (2020), Természettudomány 11. évfolyam (2020).
https://www.oktatas.hu/koznevels/kerettantervek/2020_nat
- Khishfe, R. (2014). Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of Socio-scientific Issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36, 1016–974. DOI: [10.1080/09500693.2013.832004](https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832004)
- Khishfe, R. (2015). A look into students' retention of acquired nature of science understandings. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1639–1667. DOI: [10.1080/09500693.2015.1049241](https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1049241)
- Koerber, S., Osterhaus, C. & Sodian, B. (2015). Testing primary-school children's understanding of the nature of science. *British Journal of Developmental Psychology*, 33(1), 57–72. DOI: [10.1111/bjdp.12067](https://doi.org/10.1111/bjdp.12067)
- Korom, E. & Nagy, L. (2021). *Gondolkodtató természettudomány-tanítás. Biológia*. Mozaik Kiadó. http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/sites/default/files/konyvek/MS-9402_MTA_biologia_online.pdf
- Korom, E. & Radnóti, K. (2020). *Gondolkodtató természettudomány-tanítás. Fizika*. Szeged: Mozaik Kiadó. http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/sites/default/files/konyvek/MS-9403_MTA_Fizika_online.pdf
- Krell, M., Koska, J., Penning, F. & Krüger, D. (2015). Fostering pre-service teachers' views about nature of science: evaluation of a new STEM curriculum. *Research in Science & Technological Education*, 33(3), 344–365. DOI: [10.1080/02635143.2015.1060411](https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1060411)
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press.
- Lederman, N. G. & O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225–239. DOI: [10.1002/sci.3730740207](https://doi.org/10.1002/sci.3730740207)
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359. DOI: [10.1002/tea.3660290404](https://doi.org/10.1002/tea.3660290404)
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521. DOI: [10.1002/tea.10034](https://doi.org/10.1002/tea.10034)
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Lederman, N. G. & Abell, S. K. (szerk.), *Handbook of research on science education*. Routledge. 831–879.
- Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the Relationship Between Nature of Scientific knowledge and Scientific Inquiry. Implications for Curriculum and Classroom Practice. *Science & Education*, 28, 249–267. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00030-8>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A. & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 65–83. DOI: [10.1002/tea.21125](https://doi.org/10.1002/tea.21125)
- Lederman, N. G., Schwartz, R. & Abd-El-Khalick, F. (2015). Nature of Science, Assessing of. In Gunstone, R. (szerk.), *Encyclopedia of Science Education*. Springer. 694–698. DOI: [10.1007/978-94-007-2150-0_12](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_12)
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(6), 1–9. DOI: [10.1186/s43031-019-0002-0](https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0)
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M. & Ebenezer, J. (2006). *Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI): Revision and further validation of an assessment instrument*. Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA, 3–6 April. https://pdfs.semanticscholar.org/d23b/c64594b1f4f_a56ae9f87cdb1fdd15ae44531.pdf

- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M. & Ebenezer, J. (2008). *Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: a dual-response instrument*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching
- Lin, T.-J., Goh, A. Y. S., Chai, C. S. & Tsai, C.-C. (2013). An initial examination of Singaporean seventh and eighth graders' views of nature of science. *Research in Science and Technological Education*, 31, 117–132. DOI: [10.1080/02635143.2013.811073](https://doi.org/10.1080/02635143.2013.811073)
- Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In Khine, M. (szerk.), *Advances in Nature of Science Research*. Springer. 3–26. DOI: [10.1007/978-94-007-2457-0_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1)
- McComas, W. F. & Olson, J. (1998). The nature of science in international science education. In McComas, W. F. (szerk.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Kluwer (Springer) Academic Publishers. 41–52. DOI: [10.1007/0-306-47215-5_2](https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_2)
- McComas W. F., Clough M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. *Science & Education*, 7(6), 511–532. DOI: [10.1023/a:1008642510402](https://doi.org/10.1023/a:1008642510402)
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science: focusing on the nature of science in the science classroom. *The Science Teacher*, 71(9), 24–27.
- McComas, W. F. (2017). Understanding how science work: The nature of science as they foundation for science teaching and learning. *The School Science Review*, 98, 71–76.
- Miller, M. C., Montplaisir, L. M., Offerdahl, E. G., Cheng, F. C. & Ketterling, G. L. (2010). Comparison of views of the nature of science between natural science and nonscience majors. *CBE life sciences education*, 9(1), 45–54. DOI: [10.1187/cbe.09-05-0029](https://doi.org/10.1187/cbe.09-05-0029)
- Murphy, C., Smith, G. & Broderick, N. (2021). A Starting Point: Provide Children Opportunities to Engage with Scientific Inquiry and Nature of Science. *Research in Science Education*, 51, 1759–1793. DOI: [10.1007/s11165-019-9825-0](https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0)
- Nagy, L., Bónus, L. & Korom, E. (2021). A természettudományos gondolkodás a biológiatanítás tükrében. In Korom, E. & Nagy, L. (szerk.), *Gondolkodtató természettudomány-tanítás*. Biológia. Mozaik Kiadó. 7–22.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. National Academies. DOI: [10.17226/4962](https://doi.org/10.17226/4962)
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies. DOI: [10.17226/13165](https://doi.org/10.17226/13165)
- Nemzeti alaptanterv (NAT, 2012). *Magyar Közlöny*, 66, 10636–10847.
- Nemzeti alaptanterv (NAT, 2020). *Magyar Közlöny*, 17, 290–446.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Appendix H. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards> DOI: [10.17226/18290](https://doi.org/10.17226/18290)
- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing. DOI: [10.1787/b25efab8-en](https://doi.org/10.1787/b25efab8-en)
- Olson, J. (2018). The inclusion of the nature of science in nine recent international science education standards documents. *Science & Education*, 27, 637–660. DOI: [10.1007/s11191-018-9993-8](https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8)
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffé, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692–720. DOI: [10.1002/tea.10105](https://doi.org/10.1002/tea.10105)
- Ostoric, L., Szalay, B., Szepesi, I. & Vadász, Cs. (2016). PISA 2015 Összefoglaló jelentés. Oktatási Hivatal. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/pisa/PISA2015_osszefoglalo_jelentes.pdf
- Ozgelen, S. (2012). Exploring the relationships among epistemological beliefs, metacognitive awareness and nature of science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(3), 409–431.
- Peffer, M. & Ramezani, N. (2019). Assessing epistemological beliefs of experts and novices via practices in authentic science inquiry. *International Journal of STEM Education*, 6, 1–23. DOI: [10.1186/s40594-018-0157-9](https://doi.org/10.1186/s40594-018-0157-9)
- Peters, E. E. & Kitsantas, A. (2010). Self-regulation of student epistemic thinking in science: The role of metacognitive prompts. *Educational Psychology*, 30(1), 27–52. DOI: [10.1080/01443410903353294](https://doi.org/10.1080/01443410903353294)
- Radnóti, K. (2014, szerk.). *A természettudomány tanítása. Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv*. Mozaik Kiadó.
- Radnóti, K. (2021a). A fizikaoktatás agóniája a rendszerváltozást követő évtizedekben. *Magyar Kémikusok Lapja*, 76(11), 346–350.
- Radnóti, K. (2021b). A megismerés kalandja: Az ismeretszerzés tudományos módszereinek bemutatása a fizikaoktatásban. *Fizikai Szemle*, 71(11), 384–393.
- Shaakumeni, S. N. & Csapó, B. (2019). Exploring the Factorial Validity of the Beliefs about Nature of Science Questionnaire. *Science Education International*, 30(1), 38–44. <http://www.icasonline.net/sei/march2019/p5.pdf> DOI: [10.33828/sei.v30.i1.5](https://doi.org/10.33828/sei.v30.i1.5)
- Schäfer, M. S. & Metag, J. (2021). Audiences of science communication between pluralisation, fragmentation and polarisation. In Trench, B. & Bucci, M. (szerk.), *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*. 3rd ed. Routledge. DOI: [10.4324/9781003039242-16-15](https://doi.org/10.4324/9781003039242-16-15)

Schraw, G. (2013). Conceptual integration and measurement of epistemological and ontological beliefs in educational research. *ISRN Education*, 2013, 1–19. DOI: [10.1155/2013/327680](https://doi.org/10.1155/2013/327680)

Schwab, J. J. (1964) The Teaching of Science as Enquiry. In Schwab, J. J. & Brandwein, P. F. (szerk.), *The Teaching of Science*. Harvard University Press. 31–102.

Tsai, C.-C. & Liu, S.-Y. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International*

Journal of Science Education, 27, 1621–1638. DOI: [10.1080/09500690500206432](https://doi.org/10.1080/09500690500206432)

Tsai, C.-C. (2006). Biological knowledge is more tentative than physics knowledge: Taiwan high school adolescents' views about the nature of biology and physics. *Adolescence*, 41(164), 691–703

Tsai, C.-C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91, 222–243. DOI: [10.1002/sc.20175](https://doi.org/10.1002/sc.20175)

Jegyzetek

¹ A *Gondolkodtató természettudomány-tanítás* című, öt kötetből álló, tanároknak, tanárjelölteknek szóló módszertani könyvsorozat, amelyet az MTA-SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport tagjai dolgoztak ki a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgy-pedagógiai Kutatási programjában, letölthető a kutatócsoport honlapjáról: <http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/kezikonyvek>

² Lásd például az *Iskolakultúra* folyóirat 2010/12. és 2016/3. tematikus számait és a *Gondolkodtató természettudomány-tanítás* sorozat köteteit: <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/issue/view/1414>
<http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/issue/view/1464>
<http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/kezikonyvek>

Absztrakt

A tudomány tagadása hosszú múltra tekint vissza az emberiség történetében, melyet a digitális eszközök használatából adódó információrobbanás még szélesebb körben kiterjesztett. A sokszor nem hiteles, a tudományos vagy szakértői háttérrel nélküli információáramlás az online térben elbizonytalanította és megrendítette a társadalom bizalmát a természettudományok iránt is, és fokozta az áltudományos nézetek terjedését (Schäfer és Metag, 2021). Ezekre a negatív folyamatokra az oktatási rendszernek is minél hamarabb szükséges megoldási módokat felmutatnia. A tudományos tudás keletkezésének és jellemzőinek megismertetése, mellyel a tudomány természete (*Nature of Science*, NOS) foglalkozik, megoldást kínálhat a tudomány társadalmi elutasításával és válságával szemben. A NOS kutatása és megjelenése a nemzetközi tantervekben az utóbbi harminc évben erősödött fel. Ugyan néhány magyar nyelvű munka (pl. Korom és Nagy, 2021; Korom és Radnóti, 2020) rendelkezésre áll a témában, de a NOS átfogó ismertetésére hazánkban még nem került sor. A tanulmány célja ezért az, hogy a nemzetközi szakirodalom alapján ismertesse a NOS értelmezésének fejlődését, áttekintse a NOS megértésének értékelésére használható mérőeszközöket, valamint megmutassa helyét és fontosságát a természettudományos nevelésben.

Kulcsszavak: természettudományos nevelés, tudomány természete, NOS megértése, mérőeszközök