

KÁRPÁTI ANDREA – SZABÓ TIBOR

TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ÉS MŰVÉSZETI INTEGRÁCIÓ: A STEAM MODELL ELMÉLETI ALAPJAI

ÚT A STEM-TŐL A STEAM-IG: A MŰVÉSZETEK KATALIZÁTOR- SZEREPBEN

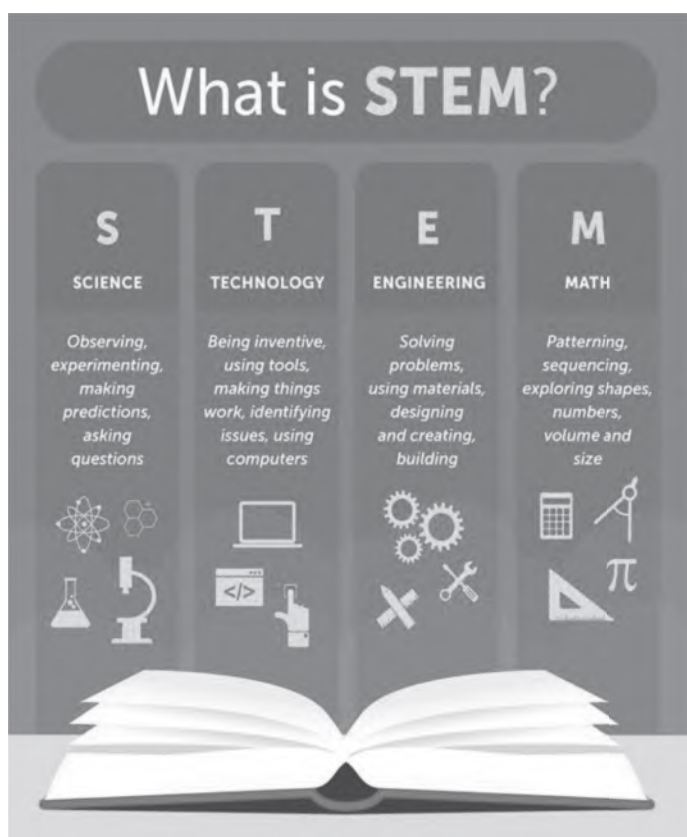
A STEM mozaikszóval jelzett oktatási modell jelentése (Science, Technology, Engineering, Mathematics) több mint az egyes tantárgyakra utaló szavak egymásutánja. A természettudomány (S, Science) a fizika, kémia, biológia, földrajz és más, ebbe a körbe sorolt tantárgyakon túl a természet világának élményszerű megismerését jelenti. A technológia (T, Technology) nemcsak anyagok és megformálási technikák megismerése, hanem eszközök, találmányok, használati módok újszerű kapcsolatainak feltárása is. A mérnöki tudományok (E, Engineering) a célorientált a fogyasztói igények megismerésén és elemzésén alapuló innováció eljárásaival ismert meg. Végül a matematika (Mathematics) tudomá-

nya nem a képletekre és elméleti modellekre fókuszál ebben a modellben, hanem az adatok méréses gyűjtésével, rendezésével és elemzésével támogatja az integrált, problémamegoldást fejlesztő oktatást. A STEM-modell az elméleti tudást összekapcsolja az életben felmerülő, tudományos háttérrel jobban megoldható problémákkal, így keltve fel az érdeklődést a természettudományok és a matematika tanulása iránt (Vasquez és mts., 2013). Természetesen az érdeklődés kialakításának és a motivációnak feltétele a feladatok optimális nehézségi fokának megválasztása is (Nagyová Lehocská, 2008). A modell szerint tanító iskolákban évente megrendezett tudományok vásárán a gyerekek saját projektjüket mutatják be, megismerve a kutatók, és fejlesztők összekapcsolódó tevékenységét (Trembacz, 2020).

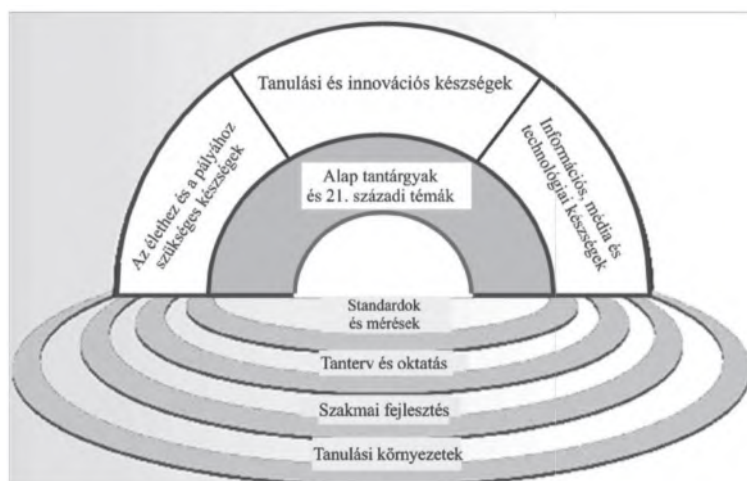
A STEM tárgyakhoz kapcsolódó készségek iránti igény folyamatosan nő, és 2025-ig várhatóan még tovább növekszik majd (EMPL Committee, 2015). A jelentés szerint a munkavállalók 65%-a dolgozik majd a STEM körébe tartozó műveltségterületekhez kapcsolódó munkahelyeken. A 21. század munkakultúrájához szükséges képességek közé ezért sorolják kiemelt helyen a digitális képességeket, a kritikus gondolkodást, az együttműködést és az innovatív, problémamegoldó gondolkodást.

Ehhez a modellhez ha hozzávesszük még a művészetet – „A” mint Arts (művészet) –, megkapjuk a STEAM mozaikszót, ami a tudományos kutatás és az innováció modern, interdiszciplináris megközelítését foglalja magába. A vizuális gondolkodás gazdagítja a műszaki képzelőerőt. A STEAM tantárgypedagógia alapja, hogy a természettudományok, technika, mérnöki tudományok és a matematika hatásosabban művelhető, ha művészeti képzéssel párosul (Bíró, 2021). A vizuális nyelv tanulása pedig gazdagodik, ha nemcsak a művészi, hanem a munka világában használt jelrendszereit is megtanítjuk. A művészetek integrálásával elérhető, hogy a műszaki vagy természettudományos tudásanyagot szemléletesebben, érzékletesebben lehet bemutatni, és ezzel a tudománykommunikációs módszerrel több lány vonzható be az ilyen egyetemi és főiskolai szakokra, illetve tartható bent sikeres hallgatóként a műszaki és természettudományos képzésben.

A modell sikerét bizonyítja, hogy az Egyesült Államok törvényhozása 2013-ban rendeletben szabályozta a művészetek megjelenítésének lehetőségét a műszaki felsőoktatásban. A műszaki és természettudományos tantárgycsoport integrálása a művészeti tantárgyakkal közös projektek, témahetek során valósul meg (Elementary and Secondary Education Act and the Higher Education Act, 2013–14.) A STEAM modell meghonosult a közoktatásban is, ahol a tantárgy-specifikus képességfejlesztés mellett rend-



1. ábra: A STEM modellt tevékenységeken keresztül bemutató ábra.
Forrás: <https://steamedu.com/>



2. ábra: A Partnerség a 21. századi képességekért modellje a 21. századi tanulásról.
Forrás: Tongori, 2012, 13. old., 3. ábra

szeres projektheteken a tanultakat integrált módon használják fel – ilyen például Magyarországon a Digitális Témahét (<https://digitalistemahet.hu/>), nemzetközi szinten pedig az UNESCO által szervezett, a technikai, természettudományos kapcsolókat is fontos témának tekintő Nemzetközi Művészeti Hét (*UNESCO Arts Week*, amely – mint az esemény weboldalának linkje mutatja – a művészetpedagógia projekthete: <https://en.unesco.org/commemorations/artseducationweek>). A tudományos–művészeti projektek témái több tudásterületen szerzett ismeretek integrálásával vezetnek új tudáshoz. Példaként néhány téma: Fenntartható energia, Miből készül?, Élet és mozgás, A társadalmi viszonyok változásának hatása a közlekedés fejlődésére, Új kommunikációs formák technikai háttere, Híres találmányok. A témáról szóló következő cikkünk végén közlünk majd egy linkgyűjteményt, ahol számos ilyen projekt részletesen, képekkel és oszlatytermi videófelvételekkel olvasható.

Tipikus STEAM játék a *Rubik-kocka*, a világ egyik legsikeresebb, háromdimenziós térbeli logikai játéka, amelyet 1974-ben talált fel ifjabb Rubik Ernő. A játék eredeti nevén bűvös kocka volt, hiszen sokak számára megvalósíthatatlan feladat a nagy kockát alkotó 27 elem (a lapokat alkotó 9 kis kocka) szétszedés nélküli, azonos színű lapokká való forgatása. Kiváló térszemlélet szükséges hozzá, a mentális forgatás (a kocka színeinek követése gondolatban) és nagyon jó manuális készség (villámgyors mozgatás) egyaránt kell ahhoz, hogy egy előzetesen

összekevert kockából minden oldalon azonos színű lapocskákkal fedett idom legyen (Rubik, 2020). 1982 óta két évente világbajnokságot rendeznek, ahol nemcsak forgatják a kockát, de bemutatják oktatási felhasználási lehetőségeit is, hiszen a kocka nemcsak jó játék, de a térbeli mozgások szemléltetésére alkalmas (vö. <https://www.worldcubeassociation.org/competitions/WC1982>). A játékkal kapcsolatos gondolkodási műveleteket és élményeket jól leírja a tapasztalati tanulás (*experiential learning*) ábrája.

A fenti ábra szerzője, Vásárhelyi Tamás biológus, tudománykommunikátor, a múzeumi tanulás jeles szakértője a Hermann Ottó Emlékév kapcsán 2014-ben munkatársaival együtt újragondolta ezt a tanulási modellt és a *tanösvények* szokásos tematikáját is. A STEM modellbe jól illeszthető tanösvény egy kiépített erdei vagy városi útvonal, amelynek mentén tájékozta-

tó táblák és megfigyelhető természeti képződmények, állatok, tájrészletek segítenek sokoldalúan megismerni egy tájegység kultúráját. A tanösvényen járva nemcsak földrajzi ismereteket szerez a látogató, de sokat tanulhat biológiáról, fizikáról, kémiáról vagy éppen csillagászatról is. A tanösvény sokoldalú, de passzív ismeretterjesztő módszer, amely élményeket kínál és gondolkodásra készítet, de nem ad lehetőséget kísérletezésre, önálló felfedezésre. Ezt a lehetőséget egy másik, a STEM-hez jól illeszthető pedagógiai modell: a felfedezési tanulás (*inquiry based learning*) teremti meg.

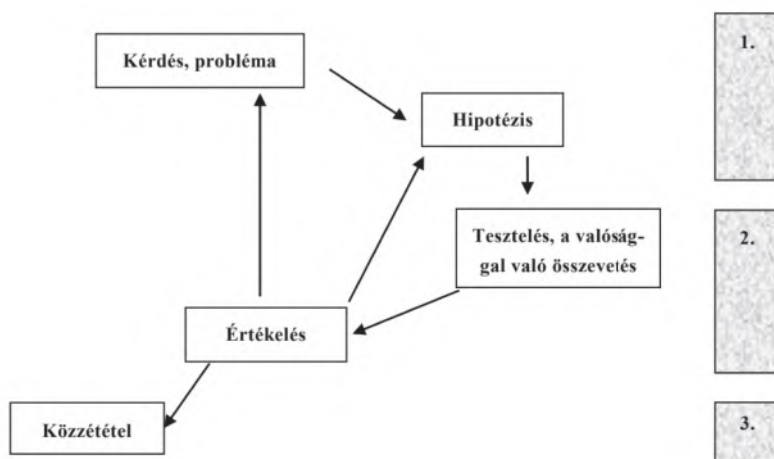
Az interaktív polihisztor játszótér az a felfedezési tanulás terepe, módszereiben és témáiban egyaránt a természettudományos tárgyak oktatásában fontos pedagógiai modell mentén épült fel. (Vásárhelyi, 2016). A Hermann Ottó Vándor Tanösvény felállítható a szabadban, de egy múzeumi folyosón is (erről minden információ elérhető itt: <https://mkne.hu/hermannotto-vandortanoveny/>). A tudós polihisztor munkásságát játékokkal, kísérletekkel és a megszerzett ismeretek kombinálására ösztönző feladatokkal mutatja be. Tanári kézikönyv is készült hozzá, amelyből maga a módszer: a STEM egy izgalmas, új, bárhol megvalósítható variánsa ismerhető meg (szerk. Vásárhelyi, 2015).

A STEAM MINT TANTÁRGY-INTEGRÁCIÓS MODELL

A STEAM modell tantervszervezési módszer, amely a természettudományok, az informatika, a mérnöki tudományok, a művészetek és a matematika tartalmait integrált módsze-



3. ábra: A tapasztalati tanulás (*experiential learning*) folyamatábrája.
Forrás: Vásárhelyi, 2016, 41. old., 1. ábra.



4. ábra: A felfedezési tanulás (inquiry based learning) egyszerű folyamatábrája. A jobb oldali hasábk a jó múzeumi látogatás fázisait jelölik. Forrás: Vásárhelyi, 2016, 43. old., 2. ábra.

rekkel, a való élet problémái köré csoportosított tartalmakkal jeleníti meg. Különös jelentősége van a STEAM programokban a vizuális kommunikációnak a tudományközvetítésben, hiszen a képi információk gyorsabban befogadhatók. A STEAM nem jelenti a tantárgyak összevonását, ellenkezőleg: alapos tantárgy-specifikus képességfejlesztéssel alapozza meg az integratív, több szaktanár együttműködésére épülő projekteket. Ezekben megjelenik a sokoldalú vizuális nyelvhasználat, sokszor olyan szinten, hogy a projektek a tudományos és művészeti ismereteket egyenrangúan közvetítik, a képességeket mindkét területen egyforma intenzitással fejlesztik (Fenyvesi és mts., 2017).

A STEAM projektek arra az elvárásra építenek, hogy a fizikai, kémiai folyamatokat, a gépek működését ábrákkal, kísérletezéssel, a kultúrtörténetből vagy a mai életből vett példák alapján megismerő fiatalokból könnyebben válik élethosszig tanuló, fejlődő szakember. A modell előnyei:

- Jó terepe a probléma alapú, kísérletező tanulásnak, a kritikai gondolkodás fejlesztésének
- Többféle képességcsoport egyidejű használatára ad lehetőséget a kognitív, affektív és pszichomotoros képességrendszer összekapcsolódásával, ezek egyszerre fejleszthetők
- Sokféle szakértelem együttes alkalmazására van szükség a projekteknél: számos tanuló juthat képességeinek megfelelő feladathoz
- Csoportos, páros munka valós és virtuális környezetben: a munkahelyi környezet szimulálása

■ Speciális képességű/hátránnyal élő tanulók is jól integrálhatók

■ A projektek bemutatásakor a verbális és vizuális kommunikációs eszközök sokoldalúan használhatók – az illusztrációtól a folyamatábráig, a dokumentum fotótól az infografikáig.

Mivel a projekteknél a tanulók képességszintjének megfelelően kiválasztott, valós tudományos problémák megoldása a feladat, kiemelt szerepet kap a kritikai, divergens gondolkodás. Ez a kifejező magyar fordításban szétartó, elágazó gondolkodásmód, amely számos megoldási lehetőséget feltár és megfontol, a tudományos kutatásban és a műszaki innovációban egyaránt kiválóan hasznosul. A kritikai gondolkodás működéséhez fontos a kreativitás összetevői közül az ötletesség és a fluencia, a gyorsan felmerülő és rugalmasan változtatható megoldási lehetőségek megtalálása. A tanuló megtanulja figyelembe venni és értékelni a csoporttársai és mentora új szempontjait, és egyre bátrabban vet fel eredeti és társadalmi problémák iránti érzékenységet tükröző megoldásokat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Minden internetes hivatkozás utoljára megnyitva: 2021. október 17-én
- Bényei Judit – Lódi Virág – Pallag Andrea – Szentandrás Dóra – Széll Krisztián – Vida Péter – Illés Anikó – Schmidt Andrea (2020): *Designgondolkodás az iskolában III., A designgondolkodás pedagógiája*. Budapest, Moholy-Nagy Művészeti Egyetem (MOME). ISBN: 978-963-429-473-3.
- Biró Ildikó (2021): *Számítógépes grafika és modellezés az iskolában az IKT eszközök integrálási lehetőségei a vizuális nevelésben*. In: *Vizuális Kultúra*, 1. évf. 4. sz., 48–50., ISSN: 2732-2971. <http://vizualiskulturausjag.hu/wp-content/uploads/2021/07/2.%20Biro%CC%81.pdf>

■ Elementary and Secondary Education Act and the Higher Education Act. (2013–14). Washington, H. Res. 51–113th Congress, 2013–2014. url: <https://www.congress.gov/bill/113th-congress/house-resolution/51>

■ EMPL Committee (2015): *Encouraging STEAM studies for the labour market*. Brüsszel, Európai Unió. ISBN: 978-92-823-6832-9. url: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf)

■ Fenyvesi, Kristof – Lahdesmaki, Tuuli (Eds., 2017): *Aesthetics of Interdisciplinarity: Art and Mathematics*. London, New York, Springer, ISBN: 978-3-319-86116-6

■ Hristova, Teresa (2015). Innovative practices and technologies in educational projects of European Schoolnet and the project „Scientix”. In: *Bulgarian Chemical Communications*, 47. sz., 505–508., ISSN: 2534-9899.

■ Nagy Lehoczy Zsuzsa (2008): *A tanulói érdeklődés felkeltésének fontossága*. In: Bérczi Zsófia, Psenák Ildikó, Vančo Ildikó (szerk.): *Képzés és gyakorlat*. Nyitra, UKF, 2008, 33–37. ISBN 978-80-8094-427-8.

■ Rubik Ernő (2020): *A mi kockánk*. Budapest, Libri Könyvkiadó. ISBN: 9789634331827.

■ School Education Gateway (2018): *STEAM oktatás: a természettudományos és a művészeti oktatást egyesítő európai projektek*. Blogbejegyzés: <https://www.schooleducationgateway.eu/hu/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>

■ Szabó Tibor – Kárpáti Andrea (2021): *A térszemlélet fejlesztése longitudinális iskolai kísérletben. A térszemlélet fejlődése és óvodai, iskolai fejlesztése (1. rész)*. In: *Katedra*, 29. évf., 1. sz., 21–23., ISSN: 1335-6445, <https://katedra.sk/xxix-01/>

■ Tongori Ágota (2012): *Az IKT műveltség fogalmi keretének változása*. In: *Iskolakultúra*, 22. évf., 11. sz., 34–47., ISSN: 1215-5233, http://real.mtak.hu/56579/1/EPA00011_Iskolakultura_2012-11_034-047.pdf

■ Trembác Éva (2020): „Kémiát nagyon jól lehet tanítani művészetek bevonásával” – íme, egy új, élményalapú tanulási módszer. *WMN Magazin*, 15. sz. ISSN: 2064-4140. <https://wmn.hu/ugy/53723-kemiat-nagyon-jol-lehet-tanítani-muveszetek-bevonásával-íme-egy-új-élményalapú-tanulási-módszer>

■ Vásárhelyi Tamás (2016): *A Herman Ottó Vándortanósvény, avagy interaktív polihisztor játszótér*. In: *Tudásmenedzsment*, 17. évf., 1. sz., 37–48. ISSN: 1586-0698 https://pulszky.hu/public/muzeumandragogiai_konferencia_tudásmenedzsment.pdf#page=37

■ Vásárhelyi Tamás (szerk.) (2015): *Herman Ottó Vándortanósvény (interaktív polihisztor játszótér) Tanári kézikönyv*. Budapest, Nemzeti Környezetügyi Intézet. ISBN: 978-963-86954-9-9. https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/01/57/47/dd/1/Herman_Otto_Vandortanosveny_2.pdf

■ Vasquez, Jo Anne – Comer, Michael – Sneider, Cary (2013): *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, New Hampshire, Heinemann Educational Books. ISBN: 978-0325043586.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen tanulmány a „KEGA 015UKF4/2020 Rozvoj priestorovej predstavnosti 10-12 ročných žiakov základných škôl” pályázat keretében jött létre.