

Karl Éva, Molnár György: IKT-val támogatott STEM készségek fejlesztésének lehetőségei a tanulók körében

¹Széchenyi Egyetem Multidiszciplináris Doktori Iskola, Egyetem tér 1., 9026 Győr, Hungary, karl.eva@mikrobisuli.hu

²Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Tavaszmező utca 17., 1084 Budapest, Hungary, molnar.gyorgy@uni-obuda.hu

Absztrakt: Felgyorsult világunkban a digitalizációs folyamatok térnyerése mellett is mindinkább létfontosságúvá válik a munkaerőpiaci és digitális kompetenciák megfelelő kialakítása és fejlesztése. Felmerül többek között a következő fontos kérdéskör: Mit és hogyan tehet az oktatási intézmény és a pedagógus annak érdekében, hogy az aktuális munkaerőpiaci követelményeknek megfelelő tudást, kompetenciát kínáljon és adjon a felnővekvő generációk számára? Napjainkban a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) mozaikszó egyre többször előkerül a tanítási-tanulási folyamat kapcsán, hiszen - ahogy egyre inkább tapasztalható - a STEM készségek jelenleg varázsszóként funkcionálnak a munkaerőpiacon. A STEM egy igen komplex képesség, aminek kialakulása, elmélyítése, automatizálása évek hosszú munkájának eredménye [1]. Munkánkban a megfelelő, elérhető releváns szakirodalmi háttérre alapozva, bemutatjuk a leggyakoribb STEM modelleket, ezek gyakorlatát, jelentőségét. Kutatásainkban feltárjuk a STEM készségek és kompetenciák főbb területeit, jellemzőit, és fejlesztési lehetőségeit. Feltételezésünk szerint az algoritmikus gondolkodás elsajátítása és alkalmazása összefüggésben áll a tanulók STEM készségeinek fejlődésével. Hipotézisünk alátámasztására egy pilot, kvantitatív alapú vizsgálatot tervezünk 12-15 éves diákok körében. Az kapott eredmények hozzájárulhatnak a diákok kulcsfontosságú készségeinek fejlesztéséhez.

Kulcsszavak: digitalizáció; munkaerőpiac; digitális kompetenciák; oktatási intézmény feladata; pedagógus kompetenciák; versenyképes tudás; STEM; algoritmikus gondolkodás, felnővekvő generáció;

1. Bevezető

Tegyük fel a kérdést, vajon mit várunk el elsősorban egy oktatási intézménytől? Valószínűleg ez a válasz fogalmazódik meg bennünk: egy iskola legyen képes a tanulókat felkészíteni a felnőtt életre, a munkaerőpiacon való majdani sikeres boldogulásra, tegye pedig mindezt úgy, hogy minimum megfelelő szinten tartva az oktatás-nevelés folyamatát figyelembe veszi a környező világ változásait, az aktuális gazdasági és politikai helyzetet, továbbá minden más egyéb körülményt, amelyekre azonnal és megfelelőképpen reagál. Mindez persze egyáltalán nem egyszerű, de nem teljesen lehetetlen!

A folyamatosan változó társadalmi-gazdasági környezet, a digitalizációs folyamatok szinte megjósolhatatlan irányba haladnak, nehéz tehát akárcsak megbecsülni is, hogy a jelenlegi fiatalok sikeres, eredményes életéhez mire lesz majd szükség 30, vagy akár 5 év múlva! A legtöbb, amit az oktatási rendszer megtehet – és amit meg is tett már -, hogy megfogalmazta az egész életen át tartó tanulás – Lifelong Learning – alapelvét, amelyet mindenek felett elsődleges célként tart szem előtt! A társadalmi változások, a folyamatosan fejlődő technológia a konvencionális élettérbe betörve alakítja át a társadalom szerkezetét, a munka világát, befolyásolja környezetünket, életmódunkat, kultúránkat. Nyilvánvalóan nem minden életterületen ugyanolyan mértékű és jellegű a változás, az oktatás világát tekintve azonban kijelenthetjük, hogy a fellépő gyors változások, technológiai fejlődési folyamatok szinte fordított helyzetbe kényszerítik a képzési

rendszer, hisz olyan pedagógusok részvételét várják el, akik lépést tartva a világgal ők maguk is tanulóvá válnak, legfőképp azt tanulmányozva, hogy az információs társadalom és technológiai változások miként tudják támogatni, aktuálissá, „életszagúvá” vagy akár csak jobbá tenni az intézményen belüli és kívüli nevelési és oktatási folyamatokat. Kijelenthetjük, hogy a mai világban nincs olyan pedagógus, aki ne nézett volna már szembe ezzel a helyzettel!

A pedagógus társadalom átlagéletkora permanensen nő, tehát az információs társadalom iskolájában jelenleg dolgozó tanárok, tanítók többsége nagy valószínűséggel úgynevezett „digitális bevándorló”. Életkorukból adódóan a folyamatosan piacra kerülő legújabb technológiák kevésbé jellemzik hétköznapi környezetüket, ezért a digitális eszközök használatával kapcsolatos tudásuk eltérő szinten és csupán részterületekre terjedhet ki. Számukra a mindennapi küzdelem része legyőzni ezt az ellentmondást - szemben a hétköznapi életterükkel -, a munkahelyük egészen más megközelítésben és mértékben használja fel a korszerű technológiákat. A pedagógusok társadalmi alrendszere a kialakult helyzetre, a jelenkor által támasztott követelményekre különbözőképpen reagál, egy részük „digitális telepesként” megértette a helyzet jelentőségét és folyamatos tanulással, továbbképzéssel próbál megfelelni az elvárásoknak. Ezzel szemben az ún. „digitális nomádok” nem hajlandóak tudomást venni a megváltozott világról. Nem lépnek ki a komfortzónájukból, mereven ragaszkodnak az általuk jól ismert – bár elavult - rendszerhez. Az ő válaszütemük az, hogy egészen egyszerűen „magukra csukják az osztályterem ajtaját”, ahol egyszemélyes főnökként mindent kizárólag ők szabályoznak, felségterületükön az oktatás a környezet számára láthatatlan marad. A „digitális kalandorok” a pedagógusok azon csoportja, akik az aktuális technikai változásoktól függetlenül mindig nyitottak és innovatívak, míg a „digitális felfedezők” a korszerű technika oktatási felhasználásának szüntelen lehetőségeit keresik [3].

Nemcsak a pedagógusoknak, a tanulóknak és szülőknek is képesnek kell lennie megbirkózni a jelenleg is zajló folyamatos változással. Az élethosszig tartó tanulás a versenyképesség, a fennmaradás záloga, amely akkor valósulhat meg, ha az egyén a speciális szakmai képességeken túl olyan általános készségeket – kompetenciákat – is birtokol, amelyek nem köthetőek egy adott tudományághoz, azonban széleskörűen alkalmazhatóak. A megoldást azok a kulcskompetenciák, STEM készségek nyújtják, amelyek az egyes tantárgyaktól függetlenek, átvihetők különböző területekre, és azokban eredményesen alkalmazhatók. A digitális kompetencia egy olyan transzverzális kompetencia, amely nélkülözhetetlen a napjaink társadalmi és gazdasági életében való részvételhez. Fejlesztése éppen ezért kiemelt fontosságú a társadalom minden tagja, de különösen a munkaerőpiacon jelen levő, illetve az oda kilépni kívánó leendő potenciális munkaerő számára [4].

2. Pedagógusszerepek a tanulási folyamatokban

Vizsgáljuk meg, mi történik az agyunkban amikor tanulunk. A tanulás közben az adott információt agyunk kódolja, és tárolja a saját memóriájában, ahonnan később tetszés szerint képes azt előhívni és felhasználni. A folyamat során az új információ az agyi idegpályán keresztül jut be, a másodperc töredékéig az érzékszervi regiszterben marad, majd a tanulás során vagy átkerül az úgynevezett „munkamemóriába”, vagy elveszik. Abban az esetben, ha átkerült a munkamemóriába, az információ feldolgozásra kerül. Ezután vagy eltárolódik a hosszú távú memóriában, vagy végleg elveszik. A kérdés az, hogy mennyi annak az esélye, hogy egy új input bekerül a hosszú távú memóriába? Nos, a válasz az, hogy rendkívül változó! Nyilvánvalóan nagyban függ magától az információtól! Gondoljunk bele, ha például egy az életünket fenyegető veszélyről lenne szó, érthető, hogy annak minden másnál magasabb lesz a prioritása. Sousa a főiskolai oktatás kapcsán

azt a megállapítást tette, hogy a tanulók számára legvalószínűbben azok az információk maradnak meg hosszú távon, amelyek

- erős érzelmi asszociációkkal bírnak;
- kapcsolatban állnak érdeklődési körükkel, céljaikkal, illetve előzetes tudásokhoz, korábbi tapasztalataikhoz kapcsolódnak;
- érthetőek; [11]

Következtetésképp, ha a pedagógus olyan információ átadásával próbálkozik, amelyhez a fent bemutatott jellemzők egyike sem társul – tehát vagy nem értik, vagy nem érdekli a tanulókat, illetve nem társul hozzá semmilyen érzelmi töltet -, úgy nem meglepő módon később a diákok úgy reagálnak, mintha az említett információt még ezelőtt soha nem is hallották volna. Ennek okára két lehetséges magyarázat van. Az egyik esetben az átadni kívánt tudnivaló eleve be sem kerül a hosszú távú memóriájukba. A másik esetben bekerül ugyan, azonban - hacsak nem erősítik meg többszöri tudatos ismétléssel -, a tároló idegsejtek csoportjai gyengén kapcsolódnak egymáshoz, ami problémát okoz az előhívás során. A hatékony tanulás titka az, hogy ha egyszer valamilyen tudás elraktározódott, azt minél többszöri előhívással megerősítjük. A pedagógus tehát tudatos tervezéssel sokat tehet a sikeres folyamat érdekében, hiszen eszköztárában ott az ismétlés lehetősége! Az ember érdembeli tanulási folyamatát már a régi bölcsek is leírták, csak hogy példaként említsük Szophoklész *„Az embernek úgy kell tanulnia, hogy csinálja a dolgot; mert bár azt hiszed, hogy tudod, addig nincs bizonyosságod, amíg ki nem próbálsz”*, Arisztotelész *„Amit meg kell tanulnunk, azt megtanuljuk, ha csináljuk”*, vagy Galilei *„Az embert nem lehet megtanítani semmire: csak segíteni lehet neki, hogy megtalálja önmagában”*.

A modern kognitív tudomány és a több évtizedes tantermi kutatások tanulmányai is bizonyítják, hogy Szophoklésznek és a többi bölcsnek igaza volt. Az emberek cselekvéssel és reflexióval tanulnak, nem pedig „nézéssel” és „hallgatással”. Bizonyára mindenki tud a saját életéből említeni olyan példát, amelynek sikerességét a többszöri próbálkozás biztosította. Kicsi a valószínűsége, hogy csupán szemlélődőként, passzív résztvevőként tartós ismeretszerzésre tegyünk szert. Bármilyen készség elsajátítása főként a gyakorlásból ered. Gondolhatunk itt akár a különböző tudományos eredmények elérésének folyamatára is, ahol a megfigyelésből elgondolás, majd elmélet születik, amelyet kísérletekkel igazolunk, vagy cáfolunk. A kapott eredményekre saját magunk reflektálunk, emellett másoktól is kaphatunk visszajelzéseket. Kevés az esélye annak, hogy sikerül a „tartós tárba” menteni a kizárólag mások által előadott, általunk csupán külső szemlélőként látott vagy hallott szöveget.

A kérdés az, hogy egy pedagógus milyen eszközök és módszerek alkalmazásával érheti el, hogy a tanítási folyamat igazán hatékony legyen, hiszen ha a felismerés hatására túl drasztikusan próbálja megváltoztatni az eddig alkalmazott eljárásokat, vagy hirtelen megpróbálja az összes általa ismert tanítási módszert alkalmazni, a folyamat könnyen a visszajára fordulhat és az óra katasztrófába torkollik.

A hatékonyabbá válás útján nem kell minden „hagyományosat” eldobni. Tanárként képtelenség megvalósítani azt, hogy egytől-egyig minden diák elérje a kitűzött tanulási célokat, hiszen nem mindenki született tudósnak, mérnöknek, vagy éppen matematikusnak. Nem megoldás az sem, hogy a megvalósíthatóság érdekében túl alacsonyra tesszük a lécet.

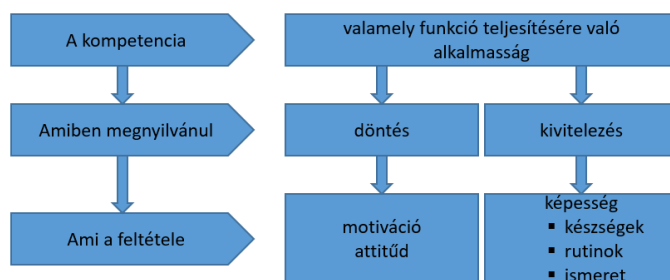
Mindenekelőtt azt kell szem előtt tartani, hogy lehetőség szerint minél több diák képessé váljon a tanítási-tanulási folyamatok során arra, hogy minél több képességre, motivációra és munkamorálra tegyenek szert. Ez az, ami garantálja számukra egyrészt a személyre szabott sikert mind az iskolai tanórákon, mind pedig a munka világába, másrészt a képességet, hogy a tanultakat átvihessék és alkalmazzák más tanórákon, területeken, majd a későbbi karrierjük során.

Az úgynevezett „tanulóközpontú” tudásátadás során – a tanárközpontú eljáráshoz hasonlóan – a folyamatot vezető pedagógus határozza meg az általános paramétereket, a kitűzött célokat, az elsajátítani kívánt ismeretanyagot és készségeket, valamint értékeli azt. A különbség abban rejlik, hogy a tanárközpontúsággal ellentétben itt a diákok már nem csupán passzív befogadói, ismétlői az információknak, hanem sokkal nagyobb felelősséget vállalnak a saját tananyagukért és tanulásukért. Az oktató ebben a formában nem a bölcsesség kizárólagos forrásaként működik, hanem sokkal inkább edzőként vagy vezetőként, akinek az a legfőbb feladata, hogy segítsen a diákoknak a kívánt tudás, kompetenciák és készségek saját maguk számára történő elsajátításában. Weimer kutatásai során megállapította, hogy a tanárközpontú tanítással szemben szinte minden elképzelhető tanulási eredmény elérésében jobbnak bizonyult a tanulóközpontú oktatás. [12]

3. A digitális kompetencia szerepköre és oktatási lehetőségei

A kompetencia szó önmagában alkalmasságot, ügyességet jelent, emellett azonban számos egyéb értelmezése is van. A munkavégzés területén jelenthet jogosultságot, hatáskört bizonyos döntések meghozatalára, hétköznapi értelemben egy-egy szakterületen hozzáértést, alkalmasságot társítunk a fogalomhoz. A kompetencia minden esetben egy összetett meghatározást jelöl, hiszen a képesség az ismeretek, készségek, és rutinok komponenseiből épül fel, melyek hatással bírnak egymásra is [4].

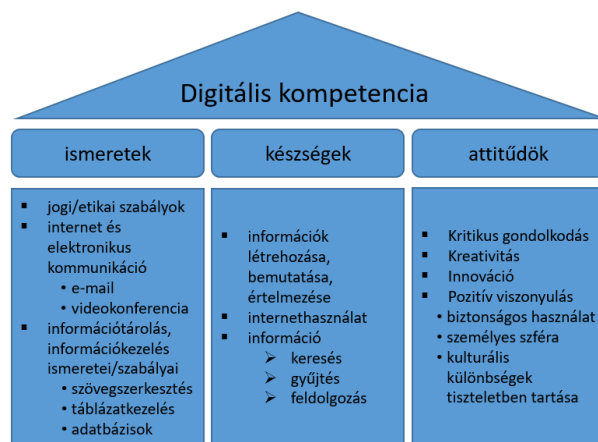
Kompetencia megnyilvánulása és feltétele:



Forrás: Oktatási segédlet alapján saját készítésű ábra

A kompetenciák fogalmának körét szűkítve eljutunk a digitális kompetencia meghatározásához, amely nem más, mint az információs társadalmi technológiák alkalmazásának képessége a tanulás, a munka, a szabadidő és a kommunikáció területén. A digitális kompetencia a következő komplex ismeretek, ismereteket és attitűdöket tartalmazza.

Digitális kompetencia rendszere:



Forrás: Digitális nemzedék online tananyaga alapján saját készítésű ábra

A digitális kompetencia esetében tehát olyan hozzáértő szakértelemről beszélünk, ami a digitális technológiák teljes körét magabiztosan és kritikusan képes felhasználni adott célok elérése érdekében. Ilyen cél lehet az információszerzés, a kommunikáció vagy akár az alapvető problémamegoldás is. [4] Fontos megemlíteni, hogy ebben az esetben egy úgynevezett „transzverzális” kompetenciáról van szó, ami a felsorolt szakmai képességeken túl magába foglalja a változásokhoz történő alkalmazkodás képességét is!

A jelenleg is tapasztalható folyamatos technikai újítások, az automatizáció, a robottechnológiák, a mesterséges intelligencia az élet minden területére kihatnak és szüntelenül át- és átalakítják a gazdaságot, a munkaerőpiacot és az emberek életkörülményeit. Az oktatási rendszernek reflektálni kell ezekre a folyamatokra, mégpedig lehetőség szerint minél gyorsabban, hiszen a versenyképesség fenntartásához, a megfelelő, alkalmazkodni képes munkaerő kialakításához elengedhetetlenül be kell fektetni a digitális technológiával kapcsolatos oktatásba, a vele összefüggő készségek és kompetenciák fejlesztésébe. A jelenleg már kulcskompetenciának számító digitális kompetenciát az alapfokú intézményben kezdi elsajátítani mindenki, majd bővíti, kiegészíti az egész életen át tartó tanulás során. Ehhez kapcsolódóan felmenő rendszerben bevezetésre került a digitális kultúra tantárgy, amelynek tananyagrészei a következő öt terület köré szerveződtek:

- információgyűjtés- és feldolgozás,
- kommunikáció,
- tartalmak létrehozása,
- biztonság és
- problémamegoldás. [5]

A pedagógusok munkáját az Oktatási Hivatal által elkészített Digitális kultúra tankönyvsorozat segíti, amely kiadványok az alapfokú intézmények harmadik évfolyamától kezdődően egészen a középiskola befejezéséig elérhetőek és alkalmazhatóak. Öröndetes tény, hogy a 2020-as NAT a digitális kompetencia fejlesztését nem csupán az informatika tantárgyat felváltó digitális kultúra tantárgy keretein belül kívánja megvalósítani - hiszen a tantárgyra fordítható szűgyenletesen kevés óraszám tükrében ez egészen egyszerűen elképzelhetetlen -, hanem a többi tantárgy eszköztárába is beépíti, mint kötelező fejlesztési elem, gondolhatunk itt például a magyarórák digitális szövegfeldolgozására. Természetesen bármennyire is jó a tananyag-támogatás és a hozzá kapcsolódó felső szintű rendelkezések, mégsem valósulhat meg az elérni kívánt cél, ha mellette a

tantárgyakat oktató pedagógusok vonatkozó szakmai kompetenciája hiányos, felületes vagy bizonytalan. Erre az eshetőségre a NAT-ban is történik utalás, miszerint „a technológiai fejlődés nyújtotta lehetőségek alkalmazása sokféle módszertani lehetőséget biztosítva segíti a tanulástani folyamatát. A XXI. századi tanulási környezet nélkülözhetetlen elemét képezi az iskolai tanuláshoz kapcsolódó digitális technológiával támogatott oktatási módszerek sokfélesége, ezért különösen fontos, hogy a pedagógusok ismerjék és alkalmazzák azokat”. [6]

A sikeres és hatékony oktatási folyamat érdekében további szabályozásként megjelent, hogy „a tanulás közvetlen helyszínékként használt helyiségeket (kiemelten osztálytermeket) lehetőség szerint úgy kell biztosítani, hogy a különböző tanulásszervezési eljárások alkalmazásához a berendezések rugalmasan és gyorsan átalakíthatók legyenek, illeszkedjenek az osztályba járó tanulók korosztályi és egyéni szükségleteihez, valamint nyugodt, biztonságos és támogató tanulási környezetet teremtsenek valamennyi tanuló számára. Lehetőség szerint biztosítani kell, hogy a tanulók a foglalkozásokon IKT és digitális eszközöket (számítógép, más iskolai vagy saját eszköz), internetkapcsolatot és prezentációs eszközöket vehessenek igénybe, valamint hozzáférhetővé váljanak a hagyományos iskolai és az elektronikus könyvtárak egyaránt”. [6]

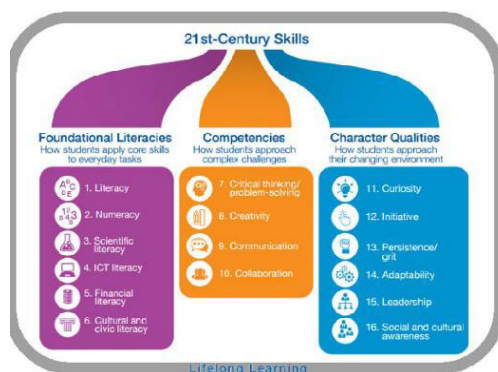
Láthatjuk tehát, hogy a kitűzött célok megvalósításának érdekében a tantárgy oktatására nem elszeparáltan, hanem a többi tantárggyal együtt, a közös elemek erősítésével van szükség, hiszen a digitális kompetenciának jelen kell lennie az élethez, a tanuláshoz, a munkához kapcsolódó problémamegoldás során. A tanulókörzpontú, jól megtervezett oktatástechnológia többféle módon is elősegítheti a tanulást. Az alábbiakban - a teljesség igénye nélkül - kiemelünk néhány alapötletet és eljárást, ami támpontot nyújthat a tervezés folyamata során:

- Online grafika megjelenítése, különböző – akár fogalmi - térképek, amelyek a témákat és a szervezést ábrázolják. Lehetőség szerint tartalmazzon hiperhivatkozásokat az egyes témakörökhöz kapcsolódóan, amelyek felkelthetik a tanulók érdeklődését a téma iránt.
- Prezentációs formátumok széles választékának lehetőségei: képernyőképek, fotók, videók és animációk a tanult tartalommal kapcsolatos jelenségekről és eseményekről (pl.: a kristályok növekedése, a baktériumok szaporodása, összeomló híd stb.).
- Diákok aktív részvételének biztosítása: rendszerszimulációk használata, amelyek lehetővé teszik a diákok számára az egyéni rendszerváltozók beállítását. Ennek segítségével személyre szabottan figyelhetik meg például egy függvény változását és értelmezhetik a kapott eredményeket.
- Rendszeres visszajelzés biztosítása: lényeges, hogy a diákok kapjanak visszajelzést az erőfeszítéseikről, haladási állapotukról. Tetszés szerint ez lehet diagnosztikus, formatív vagy szummatív. Opcionálisan a diákok is kapjanak lehetőséget az oktató és a tanulási folyamat értékelésére akár közös megbeszélés keretein belül.

4. Az átjárhatóság – STEM készségek a reflektorfényben

Amikor arról beszélünk, hogy a felgyorsult, folyamatosan változó világhoz történő alkalmazkodás fontossága, a rendszerben látás, a megszerzett tudás, az ismeretek több területen történő felhasználásának képessége, a kulcskompetenciák, és a változások hatására most már ebbe a körbe avanszált digitális kompetencia birtoklása is nélkülözhetetlen a sikerhez, mindig ugyanazzal az egy kulcsszóval találjuk szembe magunkat: STEM.

A STEM a Science, Technology, Engineering, Maths angol szavak kezdőbetűjéből alkotott szó, melynek magyar megfelelője nincs, és más nyelvek sem fordították le. Egészen egyszerűen így terjedt el a nemzetközi szakirodalomban. Egyfajta értelmezésben a STEM készségek a tudomány, technológia, mérnöki tudás és matematika négyesének összehangolt alkalmazását biztosító képességet jelenti és a folyamatosan fejlődő információs társadalom szakmáinak alapját képezi. Nem lepődhetünk tehát azon meg, hogy ez a mozaikszó egyre többször felmerül az oktatás kapcsán, hiszen a STEM készségek egyre inkább elengedhetetlenek a munkaerőpiacon. Az OECD Skills Outlook 2017 című kiadványa kiemeli, hogy a különféle készségek együttes megléte segítheti a boldogulást a digitális világban, ezért kiemelten fontos törekvéseket tenni arra, hogy a STEM készségek fejlesztésre kerüljenek. [10] Gitta Siekmann és Patrick Korbel az Ausztrál Kormány megbízásából készült tanulmányukban a 21. századi képességeket az alábbi módon összegezték:



Forrás: Gitta Siekmann & Patrick Korbel: Defining 'STEM' skills: review and synthesis of the literature [9]

A Világgazdasági Fórum által összeállított táblázat pedig azokról a 21. századi készségekről szól, amelyeket a foglalkoztatás alapfeltételének tekint. Ebben alapkészségek, kompetenciák és karakterjellemzőket is szerepelnek:

ALAPKÉSZSÉGEK Hogyan alkalmazzák a tanulók a mindennapi életben?	KOMPETENCIÁK Hogyan közelítik meg a tanulók a komplex feladatokat/kihívásokat?	KARAKTERJELLEMZŐK Hogyan közelítik meg a tanulók változó környezetüket?
1. Szövegértés	7. Kritikus gondolkodás, problémamegoldás	11. Kíváncsiság
2. Matematikai készségek	8. Kreativitás	12. Kezdeményezőkézség
3. Természettudományos készségek	9. Kommunikációs készségek	13. Kitartás
4. Információs és kommunikációs technológiai készségek	10. Együttműködési készségek	14. Alkalmazkodóképesség
5. Pénzügyi alapkészségek		15. Vezetői készségek
6. Kulturális és állampolgári alapkészségek		16. Társadalmi és kulturális tudatosság

Forrás: World Economic Forum: New Vision for Education [8]

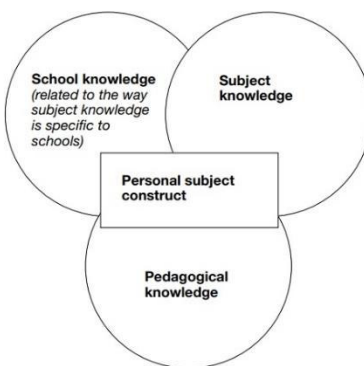
Akárhonnán is szemléljük, egyértelműen megállapítható, hogy a kihívásokra, változásokra adott válaszokban kivétel nélkül ott szerepel a STEM, a mérnöki tudomány alkalmazása, amely a matematika, a természettudományok és a technológia eszköztárát hozza az összetett problémák megoldására. A megoldási folyamat ugyan szisztematikus, mégis a tudományos ismeretek alkalmazása során elengedhetetlen kreativitást igényel. Kiindulva abból, hogy a mérnöki tudomány valós problémákkal foglalkozik, a tanulási folyamat egyik előnye kétségtelenül az, hogy remek terepet kínál olyan fogalmak szemléltetésére, amelyeket más körülmények között egyébként a tanulóknak nehéz bemutatni. Ráadásul a mérnöki problémák a diákok és a társadalom számára is relevánsak, így elképzelhető, hogy a diákok motiváltabbak lesznek a matematikai, természettudományos és technológiai tananyag mélyebb megértésére. A mérnökök jellemzően

közösen dolgoznak a társadalom előtt álló problémák megoldásán, tehát minden mérnöki munka kooperációt is igényel a tervezés, a kreativitás, valamint a matematikai és természettudományos ismeretek alkalmazása mellett. Bármely mérnöki tervezési folyamaton belül az alábbi hat elemet biztosan felfedezzük:

1. A probléma meghatározása: *a probléma feltárása, megfigyelése, azonosítása. Kritériumok és korlátok meghatározása.*
2. A lehetséges megoldások felkutatása: *információgyűjtés és ötletek kidolgozása a probléma megoldására.*
3. A legjobb megoldás kiválasztása és megtervezése: *a tervek és adatok elemzésének elvégzése, majd annak meghatározására, mely ötlet lenne a legjobb megoldás az adott problémára.*
4. Prototípus építése és tesztelése: *a kiválasztott megoldás működő modelljének megépítése. A munkamodell vizsgálata annak kiderítésére, hogy az megoldja-e a problémát, megállja-e a helyét.*
5. A terv javítása: *bizonyítékok felhasználása, alternatívák összehasonlítása és értékelése. Társak ötleteinek értékelése, a módosítások elvégzése egészen addig, amíg a munkamodell kielégítő módon meg nem oldja a problémát.*
6. A megoldás kommunikálása: *szóbeli és írásbeli nyelvezet, valamint táblázatok, grafikonok rajzok és modellek használata.*[7]

Csapatban dolgozni, abban értékes, közreműködő tagnak lenni egy készség, ami fejleszthető, tanulható. Az oktatási intézmények színterén a gyerekek közös gondolkodása, társaik javaslatának meghallgatása révén az alkotások végül legtöbbször a hallottak alapján módosításra, tökéletesítésre kerülnek. A tanítási folyamatokban az egyes tanórák sikere vagy sikertelensége, a STEM készségek fejlesztésének lehetősége gyakran nemcsak a pedagógusok meglévő szakmai tudásán és az általuk választott tanítási stratégián múlik, hanem azon is, hogy mit tartanak fontosnak a tanítás során.

Az alábbi ábra a STEM tanárok kulcskompetenciáira fordítja a figyelmet:



Forrás: Frank Banks and David Barlex: Teaching STEM in the Secondary School [13]

Az ábra jobb felső harmadán a *tantárgyi tartalmi ismereteket* láthatjuk. A tanárok tárgyi tudása egyértelműen befolyásolja, hogyan tanítanak. Azok a tanárok, akik többet tudnak egy témáról, jobban, érdekesebben, mélyebben, több eszközzel és módszerrel fognak tudni tanítani, tehát hatékonyabbak. A tantárgyat csak korlátozottan ismerő tanárok saját, személyes védelmük érdekében elkerülhetik a nehéz témák tanítását, és/vagy nem vizsgálják meg összetett

szempontokat. Jellemzően tanárközpontú módon a gyermeki tapasztalatszerzést nélkülözve tanítanak elkerülve a kérdéseket.

Az grafikon alsó része a *pedagógiai ismereteket* emeli ki. A tanítás középpontjában a megfelelő tanítási módszer – eszköz kiválasztása áll. A tananyag megfogalmazásának, reprezentálásának módja kulcsfontosságú annak érdekében, hogy a tanuló számára az elsajátítani kívánt tudás érthetővé váljon. Ehhez a pedagógusnak rendelkeznie kell a tanári pálya nyújtotta széleskörű eszközök és módszerek tárházának ismeretével és azok biztos kezelésének képességével.

Az illusztráción külön szerepelnek az *iskolai ismeretek*, vagyis a pedagógus azon képessége, hogy egy tantárgy tananyagát a diákoknak érthető módon elmagyarázza, az adott korosztály megértési szintjére kreatívan „lefordítsa”.

Végül, mint látható a folyamat középpontjában a mindezt egyértelműen meghatározó és befolyásoló *személyes tanári attitűdök* állnak. Az egyéni jellemzők, nézetek, oktatási-nevelési célok alapjaiban határozzák meg az egyes folyamatokat, ami minden egyes tanár esetében a természetükből fakadóan egymástól bizonyos mértékben eltérőek.

A pedagógus szerepkörén túl felmerülhet a kérdés, hogy milyen mintát hoz egy részletesen kidolgozott bizonyítottan hatásos, az említett készségeket fejlesztő projektmunka? Egy STEM kezdeményezés részeként a Learning and Teaching Scotland (LTS) kidolgozott egy interdiszciplináris munkacsoportot, amely megújuló energia felhasználással foglalkozik (LTS, 2013). A tanulmány lényegében egy rövid videó, melyben a tudomány és a technológia népszerűsítője interjút készít olyan fiatal hivatásos mérnökökkel, akik a megújuló energiaiparban dolgoznak Skóciában. A tanulók ezután négy - szintén videón bemutatott – úgynevezett "tanulási utazáson" vesznek részt. Az első, "A fosszilis tüzelőanyagoktól a szél" című tananyag megfelel az új tantervben szereplő tudományos követelményeknek, míg a második, a "Szél, hullámok és árapály" a technológiai követelményeknek. A harmadik, "A szél kiszámítása", a matematikai követelményeinek, végül az "Ez a sziget megújuló energiát termel" című negyedik tanulási út során a tanulóknak a összegzésként az alábbi feladat kell megoldaniuk: érveljenek a megújuló energiaforrások használata mellett egy kis szigetközösségen. A megoldás során a diákoknak az első három tanulási út során szerzett ismereteiket kell felhasználniuk, valamint a térképismereteik és egyéb földrajzi információkat felhasználva különböző rendszerek segítségével adatokat kell gyűjteniük és értelmezniük. Mindennek eredményeképpen a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos különböző technológiák bemutatását és elemzését kell elvégezniük. Mint látható, ez egy nagy, összetett feladat, ezért a projektmunkát három kisebb feladatrészre bontották:

1. rész: A közösségek energiatervének fontos részét képezi az energiafogyasztás és a csökkentés módjainak mérlegelése. Adjon tanácsot az egyik felhasználói csoportnak az életmódjukat/üzletüket támogató energiafelhasználással kapcsolatban:
 - Egy nyugdíjas, idős házaspár, akik egy kis házikóban élnek.
 - Egy család, amely egy anyából, egy apából és két tizenéves gyermekből áll, és egy családi házban él. Az anya a helyi iskolában dolgozik, az az apa a pala bányában dolgozik, a gyerekek pedig a helyi iskolába járnak.
 - Egy család, amely egy anyából és egy apából, valamint egy hat hónapos csecsemőből áll. Az anya főállású anya, az apa pedig a helyi fűrészüzemben dolgozik.
 - A helyi posta/közösségi bolt üzemeltetése.
 - A 250 tanulóval számláló iskola igazgatója.

2. rész: Az egyes felhasználókra vonatkozó megállapítások alapján a kihívás során az 1. pontban leírtak alapján számolja ki az egész sziget hozzávetőleges energiafelhasználását.
 - A sziget teljes energiaszükségletét biztosíthatja-e a szél, az árapály, vagy a tenger hullámozásából nyert energia? Csapatként döntsék el, hogy milyen információkra lesz szükségük a megújuló technológiákról, hogy az segítsen megválaszolni a kérdést.
 - Hogyan fogják elemezni ezeket az információkat?
 - Milyen szempontok alapján hasonlítják össze a különböző lehetséges megújuló energiaforrásokat, technológiákat?
 - Milyen egyéb tényezőket kell még figyelembe venniük?
3. rész: Készítsenek kiállítói standot, amely bemutatják az eredményeiket, a megújuló energiaforrások szigetén való felhasználás megvalósíthatóságára vonatkozó vizsgálatokat, hogy segítsen a szigetlakók tájékoztatása az energiával kapcsolatos kérdésekről, például a következőkről:
 - Energiafelhasználás- és fogyasztás
 - A megújuló forrásokból történő energiatermelés lehetőségei
 - Az egyes technológiák legjobb helyszínei
 - Készítsék el a sziget méretarányos modelljét, amely bemutatja, hogy a technológia milyen hatást gyakorolhat a környezetre.
 - Csatoljanak példákat vagy fényképeket az órán készített modellekről, táblázatokról, diagramokról, írásos magyarázatokról, PowerPoint prezentációkat, szórólapokat, kommentált térképeket stb.

Bár az interdiszciplináris munka megközelítése itt nem különbözik a Nuffield Key Stage 3 STEM Futures projektjétől, azért mégis jelentős különbségek vannak. Magát a kihívást kizárólag a tanár határozza meg, ez esetben nem egyeztet az osztállyal. A tanulói válaszok világosan strukturáltak, illetve a hangsúly jelen esetben nem kifejezetten a fejlesztésen van.

A STEM tantárgyak integrációját kétféle módon valósíthatjuk meg. Az egyik módszer esetén, az iskolán kívüli szereplőktől, személyektől előzetes hozzájárulást kapunk, hogy órarenden kívül a segítségükkel, közreműködésükkel végigvigyünk egy adott projektet. Ebben az esetben az összes munkatárs team-tanítással támogatja a tevékenységeket, a tanulók pedig egy-egy aktuálisan éppen elérhető munkatárshoz fordulnak tanácsért, útmutatásért.

A másik módszer esetében a STEM fejlesztés egy teljes körű, komplett témakör több órán átívelő végigjárása során valósul meg. A pedagógus egy tematikus projektet követve az intézményi keretek között több órán keresztül tematikusan végighalad. E módszer kiterjeszthető a szakmai képzés és műszaki képzés területére is [14].

A digitális kultúra tantárgy során tanított algoritmikus gondolkodás elsajátítása egyrészt fejlesztheti a mára kulcsfontosságúvá vált digitális kompetenciát, a mindennapi problémamegoldást és ezzel együtt hozzájárulhat a tanulók STEM készségeinek fejlődéséhez. Fontos kiemelni azonban, hogy a STEM nem lexikális tudás! Nem egy óra, vagy egy hét szorgalmas tanulásával elsajátítható ismeretanyag. A STEM egy igen komplex képesség, amelynek kialakítása, elmélyítése, automatizálása évek hosszú munkájának eredménye. Ebből adódóan szilárd a meggyőződésünk, hogy csak úgy lehet javítani, fejleszteni, ha a tanuló minél több szinten, minél több dimenzióban, minél több alkalommal, minél többször találkozik olyan helyzetekkel, feladatokkal, amelyek ennek fejlesztését szolgálják. Nem kérdés, hogy a STEM

készségek fejlesztésének meg kell jelenni az oktatási folyamatokban, azonban nem az egyes folyamatokat lecserélve vagy annak helyét átvéve, hanem azok mellett, annak kiegészítéseként kell, hogy szerepeljen.

5. Zárszó

A digitális technológia, az információs társadalom ugrásszerű, folyamatos fejlődése feladja a leckét minden szegmensnek, így a nevelési-oktatási rendszernek is. A tapasztalat azt mutatja, hogy az iskolarendszer komoly ellenállást képes kifejteni a hirtelen gyökeres átalakulást kívánó hatások ellen, noha ma már felesleges úgy tenni, mintha ez a folyamat lassítható, vagy érdemben megakadályozható lenne. Kitilthatjuk a tanórákról az internetet, vagy a gyerekek kezéből a mobiltelefont, még az okosórájukat is elkobozhatjuk, de ahogy elhagyják az iskola területét, a hétköznapi élet természetes részeként ismét használni fogják ezeket az eszközöket. Az iskoláknak alighanem el kell fogadnia, hogy a környezetében végbemenő változások lassabban vagy gyorsabban, de biztosan megjelennek a belső világában, a hétköznapi gyakorlatában is. A „digitális bennszülött” fiatalok generációja már megjelent a munkaerőpiac területein is, ez a változás pedig a pedagógus oktatási környezethez fűződő viszonyában remélhetőleg olyan motivációs tényező lesz, ami a korszerű technika oktatási felhasználása felé mozdítja el az álláspontokat és a gyakorlatot is. A pedagógusok az intézményesített oktatásban az egész életen át tartó tanulás alap gondolatának képviselőjeként szembe kell, nézzenek azzal, hogy a digitális eszközhasználat tanult tevékenysége éppúgy a szakmai kompetenciájukhoz tartozik, mint akár a gyerekek személyiségfejlődésének ismerete, vagy tudományos és szaktárgyi ismereteik, illetve a nevelés-oktatási módszereik. A digitális eszközhasználat oktatási felhasználásának szempontjából ma már nem képezheti vita tárgyát az, hogy a technológia milyen jelentős hatással lehetne a módszerekre, ha szándék, jó gyakorlatok és megfelelő környezet ezt segítenék. A munkaerőpiac elvárásainak előreláthatólag úgy lehet a leginkább megfelelni, ha az oktatási intézmény minél gyorsabban és hangsúlyosabban az aktualitásokhoz igazodik, alkalmazkodik. A világ formálódik, most jellemzően minden a gyorsaságról, az azonnali rendelkezésre állásról szól, következtetésképp vélhetően az oktatási intézményi rendszer is átalakul, a munkaerőpiac minél hamarabb szeretné alkalmazni az újonnan képzett munkaerőt. Az elsődlegességre és a gyorsaságra helyeződik a hangsúly: elsősorban a szakképzésben a szakma elvégzéséhez teljesen lényegtelen elemek oktatására nem feltétlenül lesz szükség. Ehelyett nagyobb hangsúlyt kap a specializáció, amely során az adott vállalat a saját „képére” alakítja a hozzá „betervezett” munkavállalók szakmai kompetenciáit. A metakogníció – vagyis a személynek azon tudása és képessége, hogy reflektáljon saját tudására – kiemelt szerepet kell, kapjon az oktatási-nevelési folyamatok során. A tanításnak elsősorban a megértést kell célul kitűznie, melynek során a tanulók nem passzívan fogadják be a mások által valamilyen módon értelmezett információkat, hanem proaktívan vesznek részt a tanulási folyamatban a saját maguk által értelmezett, felfedezett tudásanyag segítségével. A digitális kompetencia, ezzel együtt a STEM készségek fejlesztése nélkülözhetetlen ebben az új piaci szegmensben, sőt igazából a mindennapi életvitel és problémamegoldás területein egyaránt. A STEM-et a versenyképesség alappilléreként tartják számon, jelenleg pedig azok az országok tűnnek versenyképesnek, amelyek kiválóan teljesítenek ezen a területen. Nem kérdés tehát, hogy a munkaerőpiaci igények átalakulásához, a világunk és környezetünk változásaihoz az oktatásnak lehetőleg minél jobban és minél hamarabb idomulni kell, hiszen a megfelelő munkaerő biztosítása, a versenyképesség a cél! A STEM készségek fejlesztése – a hozzá kapcsolódó kompetenciákkal

egyetemben - kiemelt feladatként kell, hogy megjelenjen az oktatási intézmények minden színterén az említett cél elérése érdekében.

Felhasznált irodalom

- [1] Balázs, B., Fodor, A., Karl, É., Molnár, Gy. (2022). "A digitalizáció aktuális kérdéskörei, kihívásai napjainkban a fenntartható fejlődés szemszögéből". *SZABAD PIAC: GAZDASÁG- TÁRSADALOM- ÉS BÖLCSESZETTUDOMÁNYI FOLYÓIRAT* 1 : 5 pp. 79-94.
- [2] Karl, É., Cserkó, J., Molnár, Gy. (2022). "A digitális kor kihívásai és lehetőségei a digitális tanulás során – fókuszban az élménypedagógiai módszerek", In: *Tanuló társadalom: Oktatókutatás járvány idején*, Katteín-Pornói, R., Mrázik, J., Pogátsnik, M. (szerk.), Budapest, Magyarország, Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetemi Kiadó, Magyar Nevelés- és Oktatókutatók Egyesülete (HERA) 799 p. pp. 89-105.
- [3] Levai, D., Ollé, J., Papp-Danka, A., Tóth-Mózer, Sz., Virányi, A. (2013). *Oktatóinformatikai módszerek. Tanítás és tanulás az információs társadalomban*. ELTE Eötvös Kiadó.
- [4] Karl, É., Molnár, Gy. (2021). "A digitális kompetencia fejlesztésének igénye és lehetőségei a szakképzésben, napjaink reformterhelt világában". *ÚJ PEDAGÓGIAI SZEMLE* 71. évfolyam : 05-06 pp. 55-68. Paper: 14 , 14 p.
- [5] *SchoolEducationGateway: A digitális kompetencia elsajátítása – a 21. századi polgárok előtt álló feladat*, SchoolEducationGateway, May 2015. [Online]. Available:https://www.schooleducationgateway.eu/hu/pub/viewpoints/experts/riina_vuorikari_-_becoming_dig.htm
- [6] Magyarország Kormánya. 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról. [Online]. Available: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200110.kor>
- [7] Atman, C.J., Adams, R.S., Mosborg, S., Cardella, M.E., Turns, J., and Saleem, J. (2007). *Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners*. Journal of Engineering Education, 96 p. pp. 359–379.
- [8] *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*, World Economic Forum, 2016. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/reports/new-vision-for-education-fostering-social-and-emotional-learning-through-technology>.
- [9] Siekmann, G. and Korbel, P. *Defining 'STEM' skills: review and synthesis of the literature*. Commonwealth of Australia. 2016. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570655.pdf>
- [10] OECD Skills Outlook 2017: *Skills and Global Value Chains*, OECD Publishing, Párizs, 2017.
- [11] Sousa, D. A. (2011). *How the brain learns* (4th ed.) [Online]. Available: <http://www.amazon.com/Brain-Learns-David-Anthony-Sousa/dp>
- [12] Weimer, M. (2013). *Learner-centered teaching: Five key changes to practice* (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- [13] Banks, F. and Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the Secondary School. Helping teachers meet the challenge*. Routledge.
- [14] I., Holik ; I., Dániel Sanda (2022). The Possibilities of Developing STEM Skills in Higher Education, In: Bala, Maheswaran; Olga, Gkounta (szerk.) Abstract Book. 6th Annual International Symposium on Future of STEAM (sciences, technology, engineering, arts and mathematics) Education, Athén, Görögország : Athens Institute for Education and Research pp. 37-38.