
Természettudományok tanulása a középiskolában PASCO eszközök segítségével

digitális pedagógiai-módszertani csomag
a természettudományos megismerés támogatására

1 Célcsoport

Középiskola

2 Rövid leírás

A programcsomagban leírt eszközök alkalmazásának célja a természettudományos oktatás támogatása a középiskolástanulók körében. Ennek eléréséhez különböző szenzorok és szoftverek alkalmazásával hétköznapi, gyakorlati helyzetekben tehetnek szert tudományos ismertekre, tapasztalatokra a tanulók a tanórákon. A programcsomag egyes elemei a fizika, a kémia, a biológia és a földrajz (természetismeret) oktatásában alkalmazhatók, de szoros kapcsolatban állnak a matematikai kompetenciák elsajátításával és a kreativitás fejlesztésével is. A szenzorokkal alkalmazásával (és a hozzájuk tartozó méréskiértékelő szoftverekkel és alkalmazásokkal) támogatott tanulás során a diákok egy olyan környezetbe kerülnek, amelyben az együttműködésen alapuló (kollaboratív) tanulást a felfedezési módszerekkel vegyítheti a tanár. Mindezek tökéletesen megfelelnek a konstruktív pedagógia elveinek és alkalmasak a tanulók komplex kompetenciafejlesztésére, valamint a kutatásalapú tanulás bevezetésének megalapozására a természettudományos oktatás területén.

Az interdiszciplináris megközelítésre alapozva különösen hatékony lehet az alkalmazása az integrált természettudomány tantárgy tanóráin, illetve külön-külön egyes tárgyak esetében is. A programcsomag alkalmazásának hatékonyságát növeli, ha a különböző természettudományos tárgyakba egyaránt beépíthetők az elemek.

3 Részletes ismertető

A PASCO 1964 óta alkot, fejleszt és támogat innovatív oktatási és tanulási megoldásokat. Ezen tevékenység keretében teljes megoldást kínál a nyomtatott és digitális oktatási anyagoktól a szoftvereken, hardvereken át a professzionális felszerelésig és oktatási támogatásig. A PASCO tanárokból, tudósokból, oktatáskutatókból és mérnökökből álló csapata elkötelezett a STEM oktatás fejlesztésében világszerte. Napjainkra a tanárok és tanulók több mint 100 országban, köztük Magyarországon is használnak PASCO megoldásokat. (A PASCO hazai disztribútora a Stiefel Eurocart Kft.)

A PASCO innovatív eszközei rendszeresen komoly [elismeréseket és díjakat](#) kapnak a természettudományos oktatással foglalkozó nemzetközi fórumokon.

Az összeállított digitális pedagógiai módszertani csomag a PASCO által 2016-ban kiadott fejlett, vezeték nélküli szenzoraira, illetve az ezek alkalmazásához szükséges szoftverekre épül. A vezeték nélküli kapcsolaton keresztül működtethető szenzorok közvetlenül csatlakoztathatók számítástechnikai eszközökhöz (Windows, Mac, Chromebook, iPad, iPhone, Android táblagépek, okostelefonok vagy számítógépek)

Bluetooth® Smart-on keresztül, ezáltal a PASCO legújabb, legkorszerűbb eszközeit használhatjuk a természettudományos tanórákon végzett tanulóközpontú, interaktív tevékenységek során.

A szenzorcsomagok tantárgyakhoz kapcsolódó csomagokban vásárolhatók meg, amelyek számos további szenzorral bővíthetők tovább az egyéni igények függvényében. Mindegyik tantárgy (fizika, kémia, biológia, földrajz/természetismeret) esetében egy Kezdő csomag (StarterKit) és egy Standard csomag érhető el. A Kezdő csomag az adott tantárgyhoz szükséges legalapvetőbb szenzorokat és eszközöket tartalmazza, míg a Standard csomag a komolyabb igények kiszolgálására szolgál. Az egyes csomagok részletes tartalmának ismertetését a [PASCO weboldalán](#) tekinthetjük meg, de elérhető a [magyar nyelvű oldal](#) is, amely számos, oktatási kiegészítővel is szolgál.



Egy mechanika csomag tartalma

Az alapsomagokon kívül egy-egy nagyobb részterületen való alkalmazásokhoz is vannak csomag-megoldások, így létezik általános iskolai Standard csomag is.

Our most advanced and our most cost effective sensors ever!

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Wireless Temperature Much more than a digital thermometer. Access instant temperature readings but also continuously monitor, log and plot temperature data in a wide variety of applications quickly and easily.</p> |  <p>Wireless pH Quickly measure the pH of a solution as discrete measurements or as a continuous reading. Study water quality, test household solutions, or perform high-resolution acid-base titrations with ease.</p> |
|  <p>Wireless Force Acceleration Capable of measuring force, acceleration, and rotation individually or simultaneously. Includes finger grips and mounting holes for rods and carts.</p> |  <p>Wireless Pressure Make accurate and consistent measurements of gas pressure, regardless of ambient conditions, and explore how chemical reactions affect gas pressure.</p> |
|  <p>Wireless Voltage Measure voltages of up to 15 V with built-in protection for the sensor against overload. Up to 1000 samples/second via Bluetooth. Up to 100,000 samples/second via USB in "burst mode"</p> |  <p>Wireless Current Measure currents of up to 1 A with built-in protection for the sensor against overload. Up to 1000 samples/second via Bluetooth. Up to 100,000 samples/second via USB in "burst mode"</p> |
|  <p>Wireless Conductivity Wirelessly measure both conductivity and dissolved solids with this all-new design. Highly accurate with a fast response time and featuring built-in temperature compensation.</p> |  <p>Wireless Light The most versatile light sensor we've ever made. It is like having five sensors in one! Measures illuminance, irradiance, UVA, UVB and UV Index and features RGB color detection.</p> |
|  <p>Wireless Smart Cart A mechanics lab on wheels, the Smart Cart measures and transmits position, velocity, acceleration, rotation and force data on or off the track.</p> |  <p>Wireless CO₂ Sensor One of the most important measurements for Biology and Earth & Environmental Science applications, the new Wireless Carbon Dioxide Sensor boasts both a lower cost and unprecedented functionality.</p> |

A PASCO vezeték nélküli szenzorai

A legismertebb vezeték nélküli szenzorok:

- Fizikához:
 - hőmérsékletérzékelő;
 - nyomásérzékelő;
 - erő- és gyorsulásmérő;
 - feszültségmérő (Bluetooth esetén 1000 mintavétel/másodperc, USB csatlakozással 100.000 mintavétel/másodperc);

- áramerősség-mérő;
 - fénymérő.
- Kémiahoz/biológiához:
 - CO₂ szenzor;
 - sugárzásmérő;
 - integrált kémiai szenzor.

A hardvereken kívül a csomag másik összetevője a SPARKvue nevű adatgyűjtő szoftver. A SPARKvue olyan, a természettudományok oktatását támogató díjnyertes alkalmazás, amely mérésekhez elvégzéséhez és kiértékeléséhez szükséges tartalmakat, az adatgyűjtést, ábrázolást, elemzést és kiértékelést egy felhasználóbarát környezetben egyesíti. A személyre szabható adatgyűjtő rendszer több mint 80 PASPORT szenzorral kompatibilis és támogatja mind a csoportos, mind a probléma alapú oktatást. Az alkalmazás Windowsra és Mac számítógépekre 60 napos kipróbálás után kedvező áron megvásárolható, mobileszközök használata esetén pedig ingyenesen telepíthető a teljes funkcionalitást kínáló változat.

A SPARKvue program kínálja lehetőségek:

- A szoftver tervezése során kiemelten törekedtek arra, hogy könnyen, gyorsan használható módon, érdeklődést megragadóan biztosítson lehetőséget a diákok számára betekintést/belépést a tudományos megismerés világába.
- A felhasználóbarát felület könnyen kezelhető navigációt kínál, és ezzel lehetővé teszi, hogy a tanulók az új tudás megszerzésére fókuszálhassanak az eszköz használat, mint cél helyett.
- Egyszerű kezelhetősége általános iskolai tanulók számára is könnyen használhatóvá teszi.
- A szenzorok alkalmazásával lehetőséget nyújt valós idejű, kvantitatív mérések elvégzésére, és a kapott adatok kiértékelésére.
- A szoftver különféle módszerekkel segíti a tanulói reflexiók és párbeszédék létrejöttét: beépített előrejelzések, pillanatkép készítés, jegyzetelő eszköz stb.
- Az adatok változatos és egyidejű megjelenítése különböző módokon: gráfok, táblázatok, analóg és digitális megjelenítés alkalmazásával.
- Az alkalmazás érintőképernyős rendszerekre optimalizált, kiválóan használható interaktív táblán és okos-eszközök egyaránt.
- A mérési adatok könnyen exportálhatók az ismert formátumokba a további elemzések elvégzéséhez, vagy az eredmények bemutatásához.
- Előre elkészített, interaktív kísérleti szituációk, amelyek a diákokkal vagy más tanárokkal könnyen megoszthatók a SPARKvue szoftver/alkalmazás segítségével.

A szoftver támogatja továbbá a változatos módszertani megoldásokat – a tanár által irányított felfedezéstől a nyitott végű problémák vizsgálatáig.

A hardvereszközök és a szoftverek mellett a szoftvert részletes módszertani segédanyag egészíti ki ([SPARKlab](#)), amely jelenleg több, mint 80 ingyenesen [letölthető aktivitást kínál](#), tantárgyankénti csoportosításban. Ezek magyarázata folyamatban van, ezáltal részletesen kidolgozott, illusztrált kísérleti leírásokat kapnak a kezükbe az alkalmazó pedagógusok.

Példák az általános iskolai kísérletek/aktivitások közül (A NAT előírásainak megfelelő szinten):

- Fizika:
 - Sebesség és gyorsulás mérése.
 - Newton II. törvénye.
 - Gáztörvények vizsgálata.
 - Elektromossággal és mágnességgel kapcsolatos mérések.
 - Elektromágneses jelenségek vizsgálata (a hétköznapi életben is fellelhető példák között).

- Biológia-földrajz:
 - Szívműködéssel kapcsolatos mérések;
 - Környezeti mérések (hőmérséklet, időjárással kapcsolatos vizsgálatok);
 - A fény (és a sugárzások) különböző hatásai.
- Kémia:
 - Sav-bázis titrálás.
 - Kémiai reakciók bizonyítékai;
 - Molekulák közötti erők vizsgálata;
 - Kalorimetria (energiaváltozások vizsgálata);
 - pH-értékek vizsgálata.

Az egyes tárgyakhoz tartozó csomagok már elérhetőek a [magyar forgalmazó oldalán](#) is.

Számos további ötletet találhatunk (angol nyelven) például a [STEM Works](#) nevű oldalon, ahol tantárgyankénti csoportosításban kereshetünk a feladatok között. A tehetséggondozás vagy differenciált egyéni foglalkozás keretében haladóbb szintű tevékenységek és mérések elvégzésére is lehetőséget ad az, hogy az eszközökhöz felsőfokon használható tudásanyagok is rendelkezésre állnak ugyanitt, biztosítva a további elmélyülés lehetőségét.

4 Pedagógiai-módszertani elemek

A hands-on jellegű eszközök alkalmazása (más IKT-eszközökhöz hasonlóan) a tapasztalatok szerint jelentős motivációs hatást eredményez a diákok körében. A rendelkezésre bocsátott szenzorok (újabbban már vezeték nélküli változatban is) nagyon sokrétű munkát tesznek lehetővé, ezek közül gondos figyelmet kell fordítani az életkori sajátosságoknak megfelelő eszköz kiválasztása. Fontos az is, hogy tanári kísérletek helyett a diákok saját maguk végzik el, mutatják be és dokumentálják az egyes kísérleteket, ezzel a problémamegoldó és felfedezés-alapú módszereket helyezhetők a középpontba.

Az eszközök támogatják a hagyományos frontális óra helyett az egyéni, páros vagy csoportmunkára építő tanulásszervezési megoldásokat, sőt összetettebb projektmunka is megvalósítható a segítségükkel. Mivel az eszközhasználat a diákok közvetlen tevékenységét igényli, ezért a tanár szerepe a feladatok meghatározására és a végrehajtás eredményességének támogatására irányul.

A csomagban javasolt tevékenységek a NAT kulcskompetenciái közül elsősorban az alábbiakat fejlesztik:

- Természettudományos kompetencia
- Matematikai kompetencia;
- Digitális kompetencia;
- Szociális kompetencia;

A pedagógiai fejlesztési célok lehetnek:

- a problémamegoldó gondolkodás
- a logikus-algoritmikus gondolkodás
- a kreativitás
- az együttműködési készség
- a magasabb rendű gondolkodási készségek

fejlesztése a PASCO eszközök által kínált lehetőségek kiterjedt alkalmazásával. A NAT-ban szereplő nevelési célokkal összhangban

- a tanulók aktívan, cselekvő módon vesznek részt új ismeretek elsajátításában;

- épít a tanulók előzetes és hétköznapi tudására, egyúttal lehetőséget biztosít az esetleges tévedéseik kiigazítására;
- támogatja a tanulók együttműködő (kooperatív) tanulását.

A STEM tárgyak közötti kapcsolódás a gondolkodásfejlesztés komplex módját biztosítja. Néhány lehetséges kapcsolódási pont:

- Informatika: egyszerű és összetettebb algoritmusok készítése, különböző megoldások keresése, nyitott végű problémák megoldása.
- Fizika/Kémia/Biológia/Földrajz: a tananyagban szereplő méréses kísérletek elvégzése és a kapott eredmények statisztikai kiértékelése, az eredmények prezentálása (diagramok készítése stb.). A tanulók a kísérletek elvégzése során ugyanazt a jelenséget más és más szemszögből vizsgálhatják, a tantárgyak közötti falak lebontásával. Ezt komplex projektek létrehozásával támogatathatják a természettudományos tárgyakat oktató tanárok. Például:
 - Az energia megjelenési formái a hétköznapi életben;
 - A víz körforgása;
 - A megújuló energiaforrások alkalmazása, előnyök és hátrányok.

Az ilyen típusú projektek hosszabb távú tervezést igényelnek (projektpedagógiai ismeretek fontossága), ugyanakkor lehetővé teszik a tanulók önállóan tervezett, kollaboratív kutatómunkáját is. Erre jó lehetőség kínálhatnak az iskolai, osztályok közötti projektek, a Digitális Témahét és más alkalmak.

- Matematika: mérési adatok feldolgozása, statisztikák és diagramok készítése, adatok különféle ábrázolása és elemzése.

A differenciált foglalkoztatást kiemelt feladat a kezeli a Nemzeti Alaptanterv. Erre a PASCO eszközök is számos lehetőséget nyújtanak, megfelelő tanulásszervezési módszerek alkalmazása esetén többféle módon valósulhat meg a tanulók differenciált foglalkoztatása.

A tehetség gondozás megvalósítható például az összetettebb, a kötelező tananyag követelményein túlmenő mérési feladatok elvégzésével, illetve különböző tanulmányi versenyekre, diákpályázatokra való felkészüléssel.

Az SNI diákok körében szintén jól használható az eszközkészlet. A megvalósítandó/elvégzendő kísérletek helyes kiválasztásával a pedagógus a diákok tudásszintjéhez igazíthatja a feladatokat. Az eszközzel történő közvetlen manipuláció segíti a diákok manuális készségeinek fejlesztését. A SNI diákok szintén eredményesen bevonhatók a mérési folyamatok/kísérletek elvégzésébe, ezzel is támogatva az egyes területeken megnyilvánuló kiváló képességeik fejlesztését.

A szokásos értékelési módokhoz képest az IKT-eszközök használata során más módszerek használata látszik kívánatosnak. A kísérletek elvégzése során a tanulói tevékenységek formatív értékelésével a pedagógus segítheti a diákok önálló tudásszerzési folyamatát, ezáltal a diákok képessé válhatnak a saját gondolatmeneteik korrekciójára (szükség esetén a hibák javítására önállóan is), az egymástól való tanulásra és a reális önértékelésre. Az egyes feladatok megoldásához gamifikációs módszerek is alkalmazhatók (opcionálisan elvégezhető kísérletek megoldásával, a kísérletek eredményeinek újszerű/ötletes prezentációjával a diákok pontokat gyűjthetnek, versenyezhetnek stb.).

Az itt bemutatott lehetőségek csak egy részét képezik a feldolgozható témáknak, a szenzoros mérések által kínált lehetőségeknek, hiszen a pedagógusok és a diákok közös kreativitás révén ezek száma tovább növelhető. Az interneten számos óravázlat és jó gyakorlat található a PASCO eszközök alkalmazására, de a hagyományos mérések is könnyen adaptálhatók ezen korszerű mérőeszközökre.

A programcsomag használatára való felkészüléshez a csomagban ajánlott továbbképzés elvégzése ajánlott. Az eszközök bevezetését megvalósító pedagógusra vonatkozó elvárások a következők:

- rendelkezzen legalább alapszintű informatikai felhasználói ismeretekkel;
- rendelkezzen a XXI. századi kompetenciák fejlesztését támogató korszerű pedagógiai ismeretekkel;
- legyen jártas a digitális pedagógia és a projektpedagógia alkalmazásában;
- rendelkezzen pozitív attitűddel a tanulói aktivitásra/kreativitásra építő, a kollaboratív, együttműködő munkaformákra tervezett, a tanulói differenciálást alkalmazó tevékenységek iránt;
- előnyös minimális angol nyelvismeret (a dokumentációk jelentős része angolul hozzáférhető, de a magyar anyagok is készülnek a csomagokhoz);
- nyitottság és motiváció a technológiai újdonságok bevezetése felé;
- nyitottság az önálló és szakmai csoportokban való tudásszerzés és tudásmegosztás felé.

5 Infrastrukturális elemek

A tanórai foglalkozások szervezéséhez – a hasonló eszközökkel szerzett tapasztalatok alapján – a négyfős csoportok közös munkája javasolt.

A tanulói eszközigény (négyfős tanulócsoportonként):

- 1 hordozható PC vagy tablet;
- 1 PASCO általános iskolai szenzorkészlet;
- a használt eszköztől függően számítógépes szoftver vagy mobil alkalmazás (SPARKvue);
- internethozzáférés;
- interaktív tábla vagy interaktív panel;
- a tabletek/laptopok töltését és használati időn túli tárolását biztosító egység.

A tanár részére:

- 1 hordozható PC és tablet;
- 1 PASCO általános iskolai szenzorkészlet;
- a használt eszköztől függően számítógépes szoftver vagy mobil alkalmazás (SPARKvue);
- internethozzáférés;
- projektor (ideális esetben interaktív megjelenítő)
- a kísérleteket bemutató módszertani csomagok.

A mobil alkalmazás [Androidra](#) és [iOS-re](#) egyaránt ingyenesen elérhető, a megfelelő alkalmazás-áruházból letölthető és telepíthető.

Amennyiben lehetőség van rá, célszerű minden diák számára egy-egy tabletet biztosítani, ezáltal a mérési adatok kiértékelése, elemzése tanulónként is megvalósítható, az eredmények összehasonlíthatókká válnak. Lehetőséget nyújt továbbá a differenciálásra is, a diákok tudásszintjétől különböző elemzési feladatok adhatók.

6 Támogató szolgáltatások

A programcsomag támogatásához 30 órás akkreditált képzés kapcsolódik, amely blended formában kerül megszervezésre (akkreditálás alatt). Ennek folyamán a kurzus résztvevői megismerkedhetnek a PASCO csomagja által biztosított hardver és szoftver elemekkel, kipróbálhatják és begyakorolhatják azok használatát és beépítését a tananyagba, a tanórai alkalmazásokba, továbbá újabb kreatív terveket is megvalósíthatnak velük. A képzésen résztvevők a kurzus végére egy-egy saját kísérlet kidolgozásával szintén bővíthetik a rendelkezésre álló anyagok számát.

A képzésen való részvétel mellett a forgalmazó biztosítja évente legalább egy alkalommal szakmai workshop keretében az eszközök használói számára a szakemberekkel való konzultáció, az eszközök bemutatásának lehetőségét, továbbá az online, e-mail alapú támogatást.

A programcsomagot választók számára online támogató csoportot hozunk létre a Facebook-on, ahol a jó gyakorlataikat megoszthatják egymással, illetve a felmerülő kérdésekre és problémákra is választ kaphatnak szakértőktől. A tapasztalatok szerint az ilyen szakmai csoportok kiváló lehetőséget nyújtanak a kollaboratív együttműködésre a résztvevők számára, és a problémamegoldás szempontjából is hatékonyak. (Mindemellett a PASCO eredeti, angol nyelvű csoportja is sok hasznos információt közöl az eszközök használatáról.)

A PASCO angol nyelvű [honlapja](#) mellett a magyar nyelvű [oldal](#) is, számos letölthető dokumentummal, alkalmazható ötlettel szolgál.

A PASCO anyagok alkalmazásához támogatást nyújtó tanári kézikönyvek fordítása megkezdődött, a megvalósítás idejére ezek szintén rendelkezésre fognak állni.

Oktatóvideók a PASCO szenzorok alkalmazásához saját [Youtube-csatornán](#) (a kísérleteket bemutató videók magyar nyelvű feliratozása szintén elkezdődött, így a tanévre ezek is hozzáférhetővé válnak).

7 Kapcsolódó dokumentumok, források

Arsenault, J. – Godsoe, S. – Holden, C. – Vetelino, J. (2005): *Integration of Sensors into Secondary School Classrooms*, 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Indianapolis.

Chiu, A. – Price, C.A. – Ovrachim, E. (2015): *Supporting Elementary and Middle School STEM Education at the Whole-school Level: A Review of the Literature*. Paper presented at NARST 2015 Annual Conference, April 11-14 2015, Chicago, IL.

Gardner, H. (1993). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York, NY: BasicBooks.

Linn, M.C. – Hsi, S. (2000). *Computers, teachers, peers: Science learning partners*. London. Lawrence Erlbaum.

Lohr, M. (2016): [Scientific teaching with tablet PCs: Incorporating Tablet PCs into scientific workflows at schools](#)

[Meeting the World's Needs for 21st Century Science Instruction](#)

Mishra, P. – Koehler, M.J. (2006). *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*. Teachers College Record, 108, 1017–1024.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education; Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. Washington, DC.

NGSS Lead States. (2013). [Next Generation Science Standards: For States. By States](#). Washington, DC: The National Academies Press.

[Resources in STEM](#) – Weblinkek gyűjteménye a természettudományos oktatásban használható weboldalakról.

[The PASCO Newsletter](#) (módszertani ötleteket, jó gyakorlatokat is bemutató hírlevél)

[STEM Works website](#)

[Steps to Transforming Science Education: A practical guide on next steps toward improvement](#)

Dr. Wehrell-Grabowski, D. (2013): [Transforming Teaching and Learning Through STEM Education](#). Videó-előadás

A kutatásalapú tanulás egyes módszertani tapasztalatairól részletesen beszámolnak az Iskolakultúra 2016/3-as számában:

- Csapó Benő – Csíkos Csaba – Korom Erzsébet: *Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: a SAILS projekt*
- Csíkos Csaba – Korom Erzsébet – Csapó Benő: *Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban*
- Korom Erzsébet – Csíkos Csaba – Csapó Benő: *A kutatásalapú tanulás megvalósításának feltételei a természettudományok tanításában*
- Veres Gábor: *Gondolkodás- és képességfejlesztés: kihívások és megoldások a SAILS projektben*
- Nagy Lászlóné – Nagy Máriaó Tibor: *Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és a biológiatestár-képzésben*
- Radnóti Katalin – Adorjáné Farkas Magdolna: *A kutatásalapú tanulás, tanítás és tanárképzés lehetőségei a fizika oktatásában*
- Kissné Gera Ágnes: *Élmények és értékek a kutatásalapú tanulás kipróbálása során*
- Somogyi Ágota: *A SAILS projekt tapasztalatai a pedagógus szemszögéből: a kutatásalapú tanulás szervezésének és értékelésének hatása a pedagógus attitűdjére*
- Szélpál Szilveszter – Kopasz Katalin: *A kutatásalapú tanulás alkalmazása a tehetséggondozásban*