



Európska únia
Európsky sociálny fond

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Alena Tomengová

Vedecké metódy poznávania a ich využitie v školskej praxi

2014

Publikácia bola vydaná a financovaná z prostriedkov ESF
v rámci národného projektu Profesijný a kariérový rast
pedagogických zamestnancov.
ITMS kód projektu 26120130002
ITMS kód projektu 26140230002

Vedecké metódy poznávania a ich využitie v školskej praxi

Alena TOMENGOVÁ

Bratislava 2014

OBSAH

Úvod	5
1 Veda	6
1.1 Korene vedy	6
1.2 Osobnosti filozofie vedy	7
2 Veda a jej súčasti	11
2.1 Kritické myslenie	13
3 Vedecké poznávanie v škole	16
3.1 Vedecká metóda a riešenie problémov	18
3.2 Rozvoj kreativity a schopnosť riešiť problémy	19
3.3 Rozhodovací proces v riešení problémov	20
3.4 Riešenie problémov ako kooperatívna stratégia učenia sa	21
3.5 Naučiť sa čítať, písať a myslieť ako vedec	23
4 Ukážky aktivít pre žiakov s využitím vedeckej metódy a vedecky zameraných čitateľských aktivít	26
4.1 Ukážky vhodné pre žiakov 2. stupňa základnej školy	26
4.2 Ukážky aktivít pre stredoškolákov	36
Záver	47
Zoznam bibliografických odkazov	48

Úvod

Úspešné vzdelávanie v oblasti prírodných vied vyžaduje odborne zdatných učiteľov, primerane náročné a motivujúce kurikulum a vyučovacie metódy, ktoré aktívne zapoja žiakov do procesu učenia sa.

Výsledky medzinárodných meraní upozorňujú na nízku prírodovednú gramotnosť našich žiakov, a tak je potrebné riešiť otázku, kto, čo a ako učí prírodovedné predmety. Neatraktivnosťou učiteľského povolania a nezaujmom o štúdium klesá náročnosť na študentov pri prijímacích pohovoroch na učiteľské vysokoškolské štúdium, neosobné prednášky a priveľa neaplikovateľnej teórie demotivuje. Kvalita vyučovania na vysokej škole nie je predmetom záujmu a kontroly, nie je zisťovaná a oceňovaná.

Kľúčovou výzvou dneška by mali byť výskumy v oblastiach, čo je vyučované a **ako** je vyučované, a ponúknuť nové vízie a myšlienky. Je potrebné nahradiť učenie sa správnych odpovedí hľadaním odpovedí na otázky. Namiesto učenia sa textov rozvíjať kritické čítanie a kritické myslenie, namiesto učenia sa faktov a definícií naspamäť učiť sa porozumieť kľúčovým pojmom.

Odborníci z oblasti vzdelávania prírodných vied odporúčajú používať nové prístupy na všetkých úrovniach vzdelávania. V mnohých týchto prístupoch dominuje **vedecká metóda poznávania**. Cieľom je priniesť do prírodovedného vzdelávania to najlepšie z vedy.

Táto príručka ponúka učiteľom z praxe niektoré možnosti, ktorými by mohli procesy v prírodovednom poznávaní žiakov spestriť, motivovať žiakov k štúdiu prírodovedných predmetov a k prípadnej vedeckej profesionálnej kariére.

1| Veda

1.1| Korene vedy

K zrodu modernej vedy došlo v slávnej dobe renesancie, keď filozofia ústami filozofov vysvetľovala svet. Zrodením modernej vedy však filozofom vyrástol silný konkurent.

V dobe renesancie sa v spoločnosti udiali významné zmeny, nastalo celkové myšlienkové uvoľnenie, protestanti sa oddelili od katolíckej cirkvi, ľudská populácia začala rásť po zotavení sa z morových epidémií, zintenzívnil sa obchod. V 16. storočí Mikuláš Kopernik predstavil odlišný heliocentrický obraz vesmíru, v ktorom Zem obieha okolo Slnka a nie naopak, Galileo Galilei vylepšil ďalekohľad, v Padove Andreas Vesalius uskutočnil prvú verejnú pitvu a otvoril tak cestu k pokroku v anatómii.

V 17. storočí sa René Descartes, známy svojím „Cogito ergo sum“, stal zakladateľom moderného analytického myslenia, Isaac Newton formuloval základné univerzálne zákony mechanického pohybu a gravitácie.

V 18. storočí chemik Antoine Lavoisier vysvetlil podstatu horenia a funkciu kyslíka. Jeho práca je začiatkom chemickej revolúcie, ktorá pokračovala v 19. storočí objavmi Daltona a Mendelejeva a viedla k vzniku modernej chémie. Prudký rozvoj biológie bol tiež odštartovaný v 19. storočí, keď v roku 1859 predložil Charles Darwin svoju teóriu evolúcie v prirodzenom výbere založenom na spoločnom predkovi. Neskôr Gregor Mendel prezentoval svoju prácu o krížení hrachu, v ktorom experimentálne preukázal korpuskulárny charakter genetickej substancie a stal sa zakladateľom genetiky.

V 20. storočí sa veda stala základným faktorom, ktorý akceleroval civilizačný proces. Pre vedu 20. storočia sú typické experimenty a pozorovanie. Veda

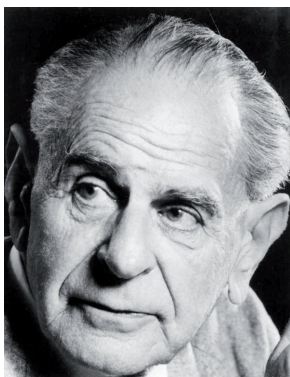
vysvetľuje realitu tým, že poskytuje opis a objasňuje kauzalitu pozorovaných javov, t. j. predkladá mechanizmy. Charakteristickými vlastnosťami modernej vedy je systematickosť, logika a kritická skepsa.

Každé vedecké poznanie je však dočasné, provizórne a v žiadnom prípade nejde o absolútne pravdy. Veda prináša len vysvetlenia, súčasne však vie na základe teórie javy predpovedať. To má praktický spoločenský význam, a preto je vedeckému poznaniu prikladaná vysoká hodnota.

Paralelne s vedou sa v spoločnosti objavujú aj iné systémy, viery, metodológie, ktoré sa tvária ako vedecké systémy, ale nevznikli vedeckou cestou, napr. astrológia, parapsychológia, rôzne formy liečiteľstva. Sú to typické príklady *pseudovedy*. Charakteristickým znakom pseudovedy je, že je nekritická, neprodukuje testovateľné predikcie. Hranicu medzi vedou a pseudovedou je veľmi ťažké stanoviť. Faktom ale zostáva, že to, čo existuje, je vždy dobre alebo málo zdôvodnené poznanie. [1]

1.2| Osobnosti filozofie vedy

Karl Popper a Thomas Kuhn významným spôsobom ovplyvnili filozofiu súčasného vedeckého bádania a ich myšlienky patria neodmysliteľne k teoretickej výbave súčasného vedca – bádateľa.



Obr. 1 Karl Raimund Popper (1902 – 1994)

(Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Karl_Popper.jpg)



Obr. 2 Thomas Samuel Khun (1922 – 1996)

(Zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/8/87/Thomas_Kuhn.jpg)

Prvý a významný problém, ktorý Karl Popper riešil, bol rozdiel medzi vedou a pseudovedou. Sám tento problém nazýval **problém demarkácie**.

Príkladom pseudovedy boli pre neho marxizmus a Freudova psychológia. Naopak príkladom pravej vedy bola pre neho práca Einsteina. Popper chcel vedu od pseudovedy odlíšiť prostredníctvom kritéria **falzifikovateľnosti**, čo znamená, že hypotéza je vedecká vtedy, ak je možné ju vyvrátiť (falzifikovať) nejakým možným pozorovaním. Ak sa predikcia v hypotéze nezhoduje s pozorovaním, vedie logicky k zamietnutiu – hypotéza je falzifikovaná. Dôvera v hypotézu sa môže zvýšiť sériou úspešných testov a experimentov, čo však neznamená, že je pravdivá. Jediné, čo je možné povedať, je to, že **hypotéza nebola zatiaľ falzifikovaná**.

Popper stanovil hypoteticko-deduktívnu metódu ako všeobecný metodologický princíp, ktorý sa skladá z 3 fáz:

1. stanovenie falzifikovateľnej hypotézy na základe skúsenosti, domnenky... (hypotetická fáza),
2. odvodenie dôsledku, predikcia (deduktívna fáza),
3. konfrontácia (porovnanie) predikcie pozorovaním, experimentom – iným spôsobom, než bol pri stanovení hypotézy.

Hlavný cieľ je falzifikovať hypotézu. Zhodu Popper nekomentuje. Vedci sa však väčšinou zhodujú v tom, že pri zhode predikcie s pozorovaním hypotéza **získava podporu**.

Thomas Kuhn sa stal svetoznáмым vďaka paradigmatickej koncepcii vývoja vedy. Najznámejší je jeho termín **paradigma** – v dobe, keď sa vo vede odohrávajú najväčšie zmeny, v dobe revolúcií, dochádza k výmene paradigiem. V Kuhnovej teórii je možné odlíšiť dva významy slova paradigma: prvý, širší význam označuje všetko, robí vedu vedou v danom odbore – súbor myšlienok, metód, ktoré v danom okamžiku určujú videnie sveta a spôsob, akým sa veda robí. V užšom zmysle slova Kuhn definuje paradigmu ako **vzorový príklad**, ako riešiť daný problém, obrovský zdroj inšpirácie pre ostatných. V dobe vlády určitej paradigmy sa robila tradičná veda, vedci boli jednotní v tom, ktoré problémy sú dôležité, ktoré budú riešiť a ako budú riešenia hodnotiť. V čase, keď jedna paradigma bola nahradená inou, sa odohrávali vedecké revolúcie. Vývoj vedy prebieha cyklicky.

V dobe tradičnej vedy vládne jedna paradigma, ale v určitom okamžiku sa objaví inšpiratívny typ vedeckej práce a ten začne slúžiť ako model pre ďalší výskum a vzniká nová paradigma. Medzi dobré príklady paradigiem patria: Koperníkov heliocentrický model vesmíru, flogistonová a kyslíková teória horenia (Lavoisier), klasická mechanika (Newton), teória relativity (Einstein), Darwinova teória, Mendelove zákony dedičnosti, behaviorizmus v psychológii (Skinner) ap. Platí princíp, že každý odbor má jednu paradigmu, a keď sa objaví ďalšia, môže to viesť až k novému odboru.

Najslávnejšia myšlienka Kuhna je tá, že dve paradigmy v jednom odbore považuje za „incommensurable“ – istým spôsobom neporovnateľné – pohľad na ne je relativistický, zdôvodnenie a pravdivosť závisia od situácie, pohľadu, súvislostí, spoločnosti a pod.

Relativizmus podľa Kuhna smeruje k vývoju vedy a pokroku v poznaní. Kuhn tiež uznáva, že pokrok tkvie v rastúcej schopnosti riešiť problémy (problem solving power).

Rozdiel medzi Popperovou a Kuhnovou teóriou bol v tom, že Popper videl zmeny vo vede ako jeden proces a Kuhn videl dva druhy zmien: zmeny v rámci tradičnej vedy a zmeny v dobe vedeckých revolúcií. Nezhodli sa aj v tom, že Popper považoval vedu za otvorenú kritike a Kuhn nie.

Čím sa odlišuje vedecké poznávanie od iných poznaní?

Vedu môžeme chápať ako stratégiu, ktorou sú myšlienky vystavované testom prostredníctvom pozorovania.

Skonštruované myšlienky sú zasadené do teoretického rámca a rozpracované tak, aby sa mohli overovať pozorovaním.

Veda sa stala sociálne organizovanou (kooperácia, súťaživosť, odmeny, kumulatívnosť, rovnováha medzi kritikou a dôverou, vec verejná). [1]

2| Veda a jej súčasti

Vedecké poznávanie a jeho charakteristické znaky:

- skúmanie vo forme pozorovaní, testov, experimentov, meraní a pod.,
- možnosť opakovania,
- vysvetľovanie zistení,
- tvorba predpovedí, predpokladov, záverov, tvrdení,
- dočasnosť platnosti jej zistení a tvrdení.

Vedecké hypotézy

Veda hromadí vedomosti o prírode a svete založené na pozorovaní. Pri pozorovaní vedci zhromažďujú údaje, formulujú hypotézy (odhady), ktorými sa snažia vysvetliť pozorované údaje a zistenia. Hypotézy potom overujú prípravou a realizáciou experimentov.

Vedecké zákony

Vedci sumarizujú a prezentujú vo forme zákonov veľké množstvo vedeckých údajov a dát (zákon zachovania hmoty, Archimedov zákon...).

Vedecké teórie

Vedecky získané informácie vedci spracovávajú vo forme vedeckých teórií. Vedecké teórie spracovávajú aktuálne vedomosti o sledovanom fenoméne, ale vždy sú dočasné.

Možno zajtra bude vedecká teória modifikovaná na základe nových pozorovaní a zistení. Teórie sú hodnotné z hľadiska ich ďalšieho využitia – na ich základe sa dajú urobiť predpovede, predpoklady a tie sú potom overované novými experimentmi, na základe ktorých môže prísť k novým zisteniam a teóriám.

Vedecké modely

Sú často používané na vysvetlenie komplikovaných problémov – modely znázorňujú neviditeľné procesy.

Obmedzenia vedy

Experimenty vyžadujú sledovať veľa ukazovateľov (premenných). Výsledky sú presnejšie vtedy, ak je možnosť sledovať čo najväčšie množstvo premenných (faktorov), ktoré môžu vplývať na výsledky experimentov.

Veda a technológia – riziká a benefity

Veda a technológia má pre človeka prínosy (benefity), ale súčasne ho i ohrozuje. Benefity sú ekonomické, sociálne, psychologické. Riziko je ohrozenie. Ohrozenia môžu viesť k chorobe, smrti, ekonomickým stratám, environmentálnemu zataženiu a pod. Je preto dôležité robiť analýzu prínosov a rizík každej novej technológie a dôkladne zvažovať ich dôsledky.

Základný a aplikovaný výskum

Základným výskumom sa získavajú teoretické vedomosti – skúmanie štruktúry látok, syntéza nových zlúčenín, štúdium ich vlastností a pod.

Zistenia základného výskumu sú často využívané prostredníctvom aplikovaného výskumu – využívajú sa v nových technológiách výroby potravín, liečiv, priemyselných výrobkov, pomáhajú chrániť životné prostredie, vylepšujú liečebné postupy a pod.

V každej dobe je potrebná podpora základnému výskumu, pretože napríklad teoretická fyzika minulosti je nukleárnou obranou dnes, syntetická chémia včera je liečením chorôb dnes. Príkladom základného výskumu, ktorý bol neskôr aplikovaný na zlepšenie ľudského zdravia, je práca dvoch fyzikov: Otta Sterna (1888 – 1969) a Izidora Issaaca Rabiho (1898 – 1988). V roku 1930 zistili, že protóny v jadre atómu rotujú okolo svojej osi (spin) a každý protón tak vo svojom okolí vytvára veľmi slabé magnetické pole, ktoré má svoj smer a pripomína tak malý tyčový magnet.

Za svoju prácu Nemec Stern a Američan Raabi dostali Nobelovu cenu za fyziku v roku 1943 a 1944. Neskôr bola táto teória rozpracovaná Edwardom

Purcellom a Félixom Blochom, ktorí v roku 1952 dostali Nobelovu cenu za nukleárnu magnetickú rezonanciu, pomocou ktorej sa dá zisťovať štruktúra komplikovaných molekúl. Vedci v roku 1960 začali aplikovať nukleárnu magnetickú rezonanciu na skenovanie ľudského tela a zobrazovanie chorobných zmien v ľudskom tele. [2]

2.1| Kritické myslenie

Množstvo informácií, ktoré je dnes možné získať prostredníctvom médií, je veľkou výhodou dnešnej doby, ale i rizikom, pretože informácie nepodložené vedeckým výskumom môžu spôsobiť veľa problémov v rôznych oblastiach života, ale aj mať nežiaduce dôsledky napr. na zdravie. Vo vzdelávaní sa tiež nevenuje dostatočná pozornosť rozvoju kritického myslenia, skôr sa orientujeme na to, „čo si myslieť“, ako na to, „ako myslieť“.

Zjednodušene povedané kriticky mysliaci človek je skeptik, napriek podporným argumentom, flexibilný, schopný pozrieť sa na problém zo všetkých strán, aby podporil vierohodnosť tvrdení.

Kriticky mysliaci človek vie rozpoznať predpojatosť a nepotvrdené výroky, vie odlíšiť fakty a skúsenosti, využíva logické procesy v tvorbe predikcií, skúma vierohodnosť dôkazov, než urobí záver.

James Lett je autorom pomôcky, ktorá sa dá použiť pri kritickom hodnotení tvrdení, zistení a záverov. Používa akronym FiLCHeRS z anglického falsifiability, logic, comprehensiveness, honesty, replicability, and sufficiency.

Falsifiability (F) znamená, že zatiaľ nie je dokázané, že tvrdenie je klamlivé.

Falzifikovateľnosť – znamená to, že tvrdenie je možné vyvrátiť.

„Falzifikovateľnosť“ je nevyhnutným komponentom vedeckej metódy. Hypotézy, ktoré sa nedajú falzifikovať, nie sú hodnotné. Veda nemôže na 100 % povedať, že niečo je pravda. Môže povedať, že to nie je lož. Výroky, ktoré nie sú dokázané ako klamlivé (lož), **dočasne** môžu byť považované za pravdivé.

Logic (L) – logický postup od predpokladu (tvorba premís) po záver.

Comprehensiveness (C) – treba vidieť komplexne všetko, čo môže podporiť tvrdenie (teóriu).

Honesty (H) – všetky dôkazy musia byť preskúmané.

Replicability (R) – jeden dôkaz je nedostatočný, aj keď od uznávanej autority, potrebná je opakovateľnosť testovaní, skúšok a pod.

Sufficiency (S) – dostatok dôkazov (vyčerpávajúce množstvo dôkazov na potvrdenie výroku, tvrdenia).

Prvé tri – falsifiability, logic, comprehensiveness – sú nevyhnutné logické pravidlá pre rozhodovanie sa na základe dôkazov.

Ďalšie tri – honesty, replicability, sufficiency – sú pragmaticky nevyhnutné pravidlá pri rozhodovaní.

Iba tvrdenie, ktoré prejde všetkými 6 spôsobmi posúdenia, môže byť podporené (dočasne platné). Ak aspoň jedno z hodnotených znakov pre výrok neplatí – výrok sa považuje za neplatný. Byť zodpovedným dospelým znamená akceptovať fakt, že prakticky všetky poznatky sú dočasne platné, kým ich nové technické a technologické možnosti nevyvrátia a nahradia novými zisteniami a poznatkami. Skepticizmus znamená presvedčiť sa, či a iba tieto dôkazy garantujú výrok, tvrdenie alebo teóriu. [3]

V zahraničí sa pre potreby vyučovania využíva skrátená forma hodnotenia výrokov, ktorou sa podporuje kritické myslenie. Požíva len 4 zložky (akronym FLaReS – falsifiability, logic, replicability, sufficiency). Pri výroku (alebo tvrdení) sa posudzuje, či je možné ho nejakým spôsobom vyvrátiť (F), či má vnútornú logiku (L) od tvorby predpokladov na základe pozorovaní po záver vychádzajúci z dôkazov a opakovateľnosť experimentov (R) potvrdzujúca dôkazy a adekvátna podpora tvrdeniu (S).

► PRÍKLAD 1:

Osoba XY tvrdí, že vie predpovedať budúcnosť. Predpovede robí na konci roka pre nasledujúci rok. Vyhodnoťte podľa metódy FLaReS toto tvrdenie:

F – tvrdenie je falzifikovateľné, možno ho potvrdiť alebo vyvrátiť na konci roka pri preverení, či sa predpovedané udalosti skutočne stali,

L – tvrdenie nemá logiku, pretože ak niekto vie predpovedať budúcnosť, mal by varovať pred katastrofami, smrťou, chorobami, ale aj informovať o možnostiach výhry v lotérii a pod.,

R – výrok nie je možné opakovať – predpovede sú všeobecné, široké, neopakujúce sa,

S – ak je výrok neobyčajný, musí obsahovať neobyčajné dôkazy na potvrdenie; zopár prípadov, keď sa stalo niečo predpovedané, ešte nie je dostatočným potvrdením výroku.

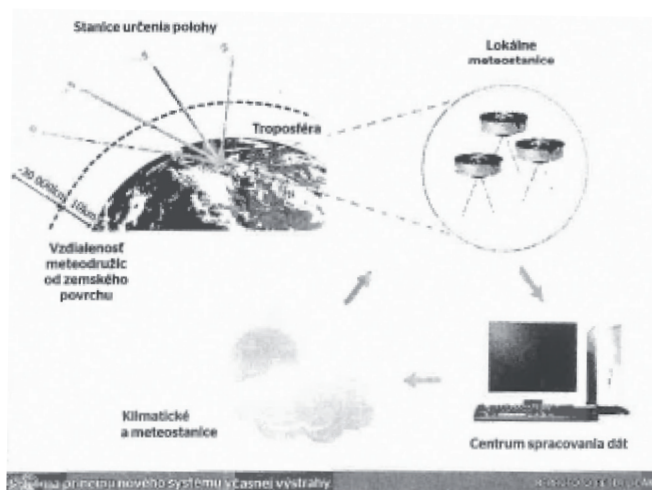
Vyššie uvedené tvrdenie po hodnotení systémom FLaReS je nepotvrdené (zamietnuté) – je to nevedecké tvrdenie. [2]

► PRÍKLAD 2:

Vyhodnoťte systémom FLaReS nasledovnú informáciu:

Predpovedanie katastrof

Tri zahraničné univerzity a slovenskí astronómovia z observatória na Kolonickom sedle idú vyháňať strach z dedín. Na predpovedanie a výstrahy pred ničivými poveternostnými javmi budú používať aktuálne informácie z družíc, GPS staníc i z meteostanice umiestnenej pri observatóriu na Kolonickom sedle. Meraním zdržania signálu GPS možno veľmi presne a spoľahlivo zistiť množstvo vodnej pary vo vzdušnom stĺpci. Kombináciou s klasickými meteorologickými meraniami sa dajú namodelovať atmosférické situácie.



Obr. 3 Schéma princípu nového systému včasnej výstrahy

(Zdroj: ŽIVOT č. 22, 31. 5. 2014, s. 26-27)

3| Vedecké poznávanie v škole

V 60. – 80. rokoch minulého storočia bolo vzdelávanie v prírodovedných predmetoch orientované na konceptuálny prístup (podľa štruktúry vednej disciplíny) a bolo paralelné s akademickými vedami. V niektorých prípadoch školské kurikulá vyzerali ako „light“ verzia univerzitných učebníc. Akcelerovaním a akumulovaním vedeckých poznatkov v prírodovedných predmetoch boli kurikulá preplnené obsahom a stávali sa zoskupením izolovaných faktov vedeckého pôvodu. Niektoré výskumy z tohto obdobia uvádzajú, že väčšina žiakov má len malú vnútornú motiváciu k učeniu sa a nevidí prepojenie medzi učenými sa faktami a ich každodenným životom a záujmami.

Počas ostatných 30. rokov nastali zmeny v kurikulách prírodovedných predmetov, a to posunom z fundamentálnej vedy k učeniu sa z kontextu (context-based learning) s cieľom zvýšiť motiváciu a schopnosť aplikovať vedomosti v praktickom živote. Prírodovedné vzdelávanie by malo vychádzať z kontextu, ktorý je spojený so životom žiaka, malo by vychádzať z jeho predchádzajúcich vedomostí a záujmov a malo by mať pre neho význam (zmysel).

Tradičné kurikulum od poznatkov vedy k aplikácii (deduktívny prístup) by sa malo meniť na prístup od aplikácie, skúseností a záujmu k poznatkom vedy (induktívny prístup).

Ciele prírodovedného vzdelávania vychádzajúce z kontextu využívajú kontext bežného života a jeho aplikácie v prírodných vedách. Menia tradičný prístup orientovaný na učiteľa na prístup orientovaný na žiaka (čo bude robiť žiak – nie učiteľ), realizujú špirálové kurikulum (rovnaké témy na stále vyšších úrovniach podľa veku a stupňa vzdelávania), uplatňujú prístup „čo je nutné vedieť“ (kľúčové učivo, hĺbkový prístup).

Zmenu v prístupe od štruktúry vedy (chémia) k učeniu sa vychádzajúcemu z kontextu možno znázorniť nasledovne:

↓ atómy, molekuly, štruktúra	↓ aplikácia (pozorovanie, vlastné skúsenosti)
↓ vlastnosti, reakcie	↓ vlastnosti, reakcie
↓ vysvetlenia	↓ vysvetlenia
↓ aplikácie	↓ atómy, molekuly, štruktúra

Súčasný kurikulum by malo obsahovať štyri domény: osobnú (prepojenie s osobným životom človeka), profesionálnu (základ pre budúcu profesiu), technologickú (podpora technologickými aplikáciami) a sociálno-spooločenskú (príprava zodpovedného občana).

Moderná pedagogika podporuje orientáciu na žiaka. Ide hlavne o uplatňovanie konštruktivistického spôsobu získavania vedomostí vo forme kooperatívneho učenia sa, laboratórnych prác, experimentov a využitím IKT vo vyučovaní. Dôležité je realizovať vyučovanie využitím tém každodenného života a socio-ekonomických problémov. [4]

Nový pohľad na prírodovedné vzdelávanie ponúkla PISA/OECD medzinárodné testovanie pripravenosti 15-ročných žiakov na reálny život. PISA zaviedla nový pojem: prírodovedná gramotnosť (science literacy). PISA chápe prírodovednú gramotnosť ako schopnosť používať vedecké poznatky, identifikovať otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery na pochopenie a tvorbu rozhodnutí o svete prírody a zmenách, ktoré v ňom nastali v dôsledku ľudskej činnosti. Prírodovedná gramotnosť neznamena len zvládnutie predpísaných informácií (učiva), ale aj ich kritické posúdenie a využitie.

Prírodovedná gramotnosť v PISA má 4 dimenzie:

- kontext (situácia),
- vedomosti (obsah),
- kompetencie (postupy, procesy),
- postoje.

PISA vo svojich úlohách merala poznatky z fyziky, chémie, biológie/prírodopisu, geografie (zahrnula kľúčové témy ako: štruktúra látok, vlastnosti látok,

chemické premeny, pohyb a sila, energia, bunky, populácie, ekosystémy, vesmír, Zem, veda a technika, riziká a obmedzenia), ale aj poznatky z vedeckého výskumu (experimenty, spracovanie údajov) a schopnosť vedecky argumentovať (hypotézy, teórie, modely, pravidlá, výsledky).

Úlohy PISA z prírodných vied vyžadovali od žiakov preukázanie troch kompetencií:

- identifikáciu prírodovedných otázok,
- odborné vysvetlenie javov,
- vyvodenie podložených záverov.

Tieto 3 kompetencie sú dôležité i preto, že preukazujú schopnosť induktívneho a deduktívneho uvažovania, systémového a kritického myslenia a transformáciu informácií (tvorba tabuliek alebo grafov zo získaných údajov).

Výsledky prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov ukázali, že sa pohybujeme na priemernej úrovni, ale dôležité je uvedomiť si, že najlepšie výsledky dosiahli žiaci v otázkach zameraných na odborné vysvetlenie pojmov a málo úspešní boli v poznatkoch týkajúcich sa vedeckého výskumu a vedeckej argumentácie.

Uvedená skutočnosť ukazuje, že ešte stále prevláda vo vyučovaní prírodovedných predmetov na Slovensku orientácia na znalosť teoretických poznatkov príslušnej vedy a nie na rozvoj vedeckých zručností a schopnosť aplikovať vedomosti v riešení praktických úloh.

Úlohou učiteľov v súčasnej dobe je rozvíjať vedeckú gramotnosť žiakov, na rozvoj ktorej sú prírodovedné predmety veľmi vhodné. [5]

3.1| Vedecká metóda a riešenie problémov

Vedecká metóda je proces, ktorý slúži na formulovanie a testovanie riešení problémov alebo teórií o tom, ako a prečo veci fungujú tak, ako fungujú. Snaží sa redukovať osobné vplyvy a predpojatost experimentujúcich a zabezpečiť platnosť (hodnovernosť) procesu kdekoľvek na svete.

Vedeckou metódou sa riešia problémy, takže prepojenie medzi vedeckou metódou poznávania a riešením problémov je veľmi úzke.

Porovnanie vedeckej metódy a riešenia problémov je uvedené v tabuľke č. 1.

Tab. č. 1 Porovnanie vedeckej metódy a metódy riešenia problémov

Základné kroky vedeckej metódy [6]	Základné kroky v riešení problémov [7]
Vytvorte otázku	Definujte problém
Hľadajte informácie k nastolenej otázke	Analyzujte príčiny
Vytvorte hypotézy	Navrhните plán
Testujte hypotézy	Implementujte plán a monitorujte jeho priebeh
Napište závery na základe výsledkov testovania hypotéz	Vyhodnoťte zrealizovaný plán

3.2| Rozvoj kreativity a schopnosť riešiť problémy

Kreativita (tvorivosť) je schopnosť, ktorá môže byť zlepšovaná správnou stimuláciou. Riešenie problémov si vyžaduje určitý stupeň kreativity, pretože treba prísť s novými alternatívami riešenia nastoleného problému. Kreativita a riešenie problémov sú ako dve strany tej istej mince. Keď robíme rutinnú robotu iným spôsobom, je obťažné sa tomu prispôbiť, pretože mozog si musí tvoriť novú neurónovú cestu a prispôbiť sa novému spôsobu práce (riešenia úlohy). Pochopiť to, o čo tu ide, sa dá vyskúšaním si jednoduchých cvičení, napríklad skúste písať ľavou rukou, keď ste pravák, alebo nosiť hodinky na opačnej ruke, než nosíte, umývať si zuby opačnou rukou a podobne. Človek tak získava iné skúsenosti a pocity. [8]

3.3| Rozhodovací proces v řešení problémů

Súčasťou každého riešenia problémov je rozhodovací proces. Jeho fázy možno rozdeliť na 5 krokov:

1. Definujte a vyjasnite si problém – je jeho riešenie urgentné alebo dôležité, alebo oboje?
2. Brainstormingom vytvorte možnosti a riešenia.
3. Zvážte a porovnajte za a proti každej možnosti.
4. Vyberte najlepšie riešenie.
5. Vysvetlite svoje rozhodnutie a sledujte jeho efektívnu implementáciu.

Za a proti v rozhodovacom procese

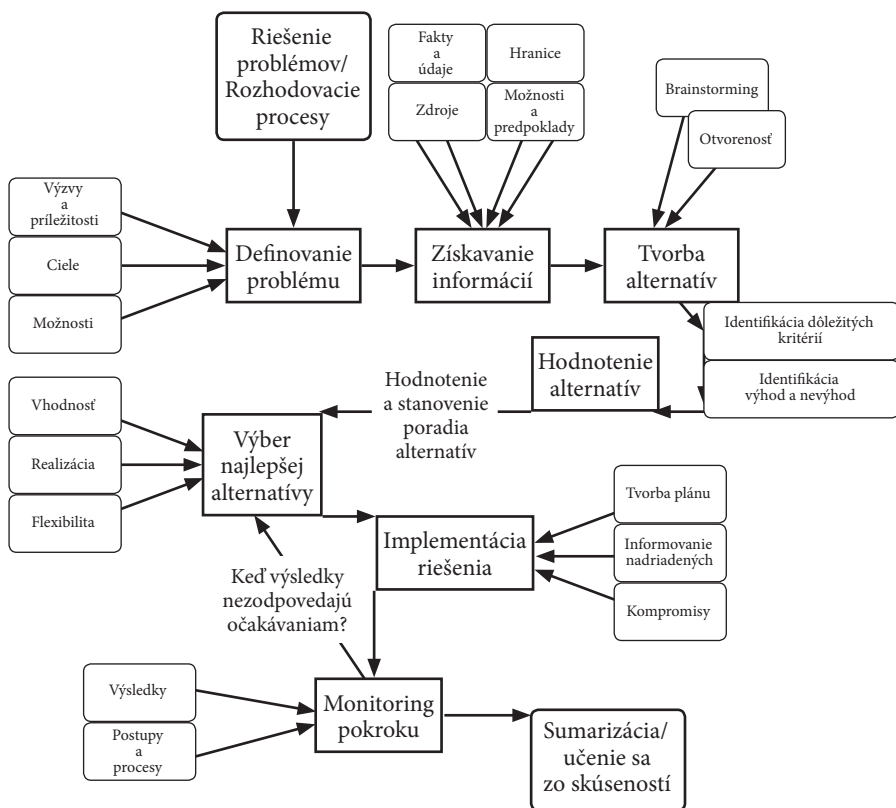
Za a proti v rozhodovacom procese sú vlastne identifikované výhody a nevýhody. Táto metóda je využiteľná na všetky typy problémových úloh, kde musí byť urobené rozhodnutie a využitie má byť jednoznačné.

Niektoré rozhodnutia sú potrebné preto, aby sa človek rozhodol, či urobí zmenu, alebo nie – napríklad či sa má presťahovať, zmeniť prácu, kúpiť si niečo, predať niečo a podobne.

Hodnotenie za a proti faktorov je potrebné urobiť pre každú možnosť. Pre presnejšie hodnotenie je dobré prideliť váhu každému za a proti a spočítať skóre na oboch stranách. V prípade viacerých variantov riešení sa hodnotenie faktorov za a proti robí samostatne a podľa výšky skóre sa vyberie najlepšia možnosť.

Pozitívum tejto pomôcky v rozhodovaní je to, že človeku sa napísané veci zdajú jasnejšie a aj pri ich formulovaní premýšľa a ujasňuje si veci. Pridelovaním skóre sa veľakrát identifikujú hodnoty a dôležitosť faktorov tak po stránke racionálnej, ako i emocionálnej. [9]

Podrobnejším vyjadrením všetkých procesov prebiehajúcich v procese riešenia problémov je ich pojmová mapa (obr. 4).



Obr. 4 Pojmová mapa riešenia problémov
(Zdroj: <http://www.studygs.net/problem/problem.gif>)

3.4| Riešenie problémov ako kooperatívna stratégia učenia sa

Učenie sa riešením problémov je zaujímavou alternatívou k tradičnému vyučovaniu. Učiteľ prezentuje problém – nevysvetľuje, neprecvičuje. Kým žiaci nepoznajú obsah, ich učenie je aktívne v tom zmysle, že sami hľadajú a pracujú s obsahom, ktorý je potrebný a nevyhnutný na riešenie problému. Riešenie problémov by malo prebiehať v tíme (v skupine). Učiteľ je facilitátor a mentor, nie zdroj informácií a riešení.

Riešením problémových úloh majú žiaci možnosť:

- overiť si, čo vedia,
- zistiť, čo sa potrebujú naučiť,
- rozvíjať si zručnosti pre prácu v tíme,
- zlepšiť komunikačné zručnosti,
- predniesť a obhájiť svoje riešenia podporené jasnými dôkazmi,
- stať sa flexibilnými v spracovaní informácií a plnení požiadaviek,
- získať praktické zručnosti potrebné pre život po skončení vzdelávania.

10 krokov, ktoré musia žiaci v skupine zrealizovať pri riešení problémovej úlohy:

1. Prečítať a ujasniť si úlohu spoločnou diskusiou v skupine – úloha nie je dokonale štruktúrovaná, neobsahuje všetky potrebné informácie, bude nutné hľadať potrebné informácie, učiť sa nové pojmy, princípy i získavať nové zručnosti potrebné na riešenie úlohy.
2. Čo k téme vieme – spracujú všetci členovia tímu spoločne (tezaurus).
3. Vytvoriť a napísať vlastnú charakteristiku problému – vlastnými slovami – na základe toho, čo vieme a čo by sme potrebovali vedieť na vyriešenie problému. Napísaný problém by mal byť spoločným výtvorom skupiny, príp. aj odobrený učiteľom (aby sa žiaci z dôvodu nepochopenia nevybrali zlou cestou). Tento krok sa dá zopakovať, pretože sa môžu vyskytnúť nové informácie, ktoré zmenia staré videnie problému a bude definovaný inak.
4. Napísať všetky možné riešenia – zoradiť ich od najlepšieho po najhoršie na základe diskusie o plusoch a mínusoch každého riešenia a vybrať najlepšie možné riešenie.
5. Napísať úlohy a časový harmonogram ich plnenia (čo musíme vedieť a čo urobiť, aby sme problém vyriešili).
6. Skúmať získané zdroje, údaje, informácie, diskutovať o zisteniach. Ak získané zdroje prinášajú riešenie a celá skupina sa na riešení zhoduje, treba pokračovať krokom 7. Ak nie, treba sa vrátiť ku kroku 4.
7. Napísať riešenie, podložiť ho podpornými argumentmi a dokumentáciou (myslia sa tým zdroje, ich analýza a odporúčania vychádzajúce z analýzy – skrátka opis procesu a výstupov riešenia problémovej úlohy).

8. Prezentovať a obhájiť riešenie problémovej úlohy – je potrebné prezentovať nielen samotné riešenie, ale aj cestu k nemu, umožniť ostatným naučiť sa to, čo sa žiaci riešením problému naučili – rovesnícke učenie sa (peer learning).
9. Urobiť reflexiu svojej práce – byť hrdý na to, čo sa podarilo, a poučiť sa z toho, čo sa nepodarilo.
10. Tešiť sa zo spoločnej, dobre vykonanej práce. [10]

3.5| Naučiť sa čítať, písať a myslieť ako vedec

Na všetkých úrovniach vzdelávania a na všetkých stupňoch vzdelávania je pre žiaka veľkou výhodou učiť sa priamo na vyučovaní v triede. Efektívny učiteľ vytvára príležitosti na vedenie žiakov cez proces kladenia dobrých otázok k tvorbe hypotéz a predpovedí, na skúmanie prostredníctvom testov a pozorovania a nakoniec na analýzu a komunikáciu výsledkov.

Týmto aktívnym učením sa si žiaci prehľbujú porozumenie kľúčovým pojmom. Súčasťou využívania vedeckej metódy vo vyučovaní a učení sa žiakov je aj rozvoj ich schopností rozmýšľať ako vedec, čítať vedecké články a písať vedecké články na základe svojich zistení.

Vedecké články, ktoré pri štúdiu môžeme využívať, sa dajú rozdeliť na dva druhy: **primárne vedecké články** (primary research articles), ktoré opisujú originálny výskum a prezentujú jeho zistenia, a **sumarizujúce vedecké články** (review articles), ktoré analyzujú a sumarizujú existujúce výskumy v sledovanej oblasti. Autori neuskutočňujú originálny výskum, ale spájajú viac výskumov k danej problematike, predstavujú určitý konsenzus v zisteniach, naskladujú otázky na diskusiu a kladú nezodpovedané otázky.

Primárny vedecký článok je recenzovaný, zvyčajne tvorí jeho štruktúru úvod, metódy, výsledky, diskusia, odkazy na literatúru. Je primárnym zdrojom, ktorý vždy obsahuje surové údaje zozbierané a analyzované autormi článku a závery sú formulované na základe tejto analýzy.

Sumarizujúci vedecký článok je sekundárnym zdrojom. Nemá klasickú štruktúru vedeckého článku, ale je veľmi dôležitý. Môže nastoliť nový smer výskumu upevnením existujúcich teórií a identifikovať opakujúci sa vzorec existujúcich zistení výskumu danej témy.

Študentom poskytujú takéto sumarizujúce články výborný prehľad existujúcich zistení a literatúry k študovanej téme. Z priloženej citovanej literatúry sa dá dostať k pôvodným výskumom, ktoré študujúceho zaujmú.

Čítanie vedeckého článku je celkom odlišný proces, než je čítanie novín, blogov alebo beletrie. Je potrebné čítať niekoľkokrát za sebou, písať si poznámky, vracieť sa k odsekom, ktoré nie sú jasné. Častejším čítaním však človek získa skúsenosti a skracaje sa čas potrebný na prečítanie, porozumenie a spracovanie článku.

Väčšina primárnych vedeckých článkov má tieto časti: abstrakt, úvod, metódy, výsledky, závery (interpretácia výsledkov), diskusia. Vyhľadávanie vhodných a dobrých vedeckých článkov je veľmi dôležité a zároveň zložité. Je potrebné hľadať v odborných časopisoch s určitou úrovňou a reputáciou.

Stručné inštrukcie na čítanie primárnych článkov:

1. Začnite s čítaním úvodu, nie abstraktu.
2. V **úvode** identifikujte kľúčovú otázku: *Aký problém tento článok rieši?*
3. Sumarizujte *hlavné myšlienky* vo forme 5 viet (čo sa v tejto oblasti urobilo predtým, ako sa prišlo na riešenie tejto problematiky, aké sú obmedzenia tejto práce – s odvolaním sa na autorov – čo by malo byť ďalším riešením problematiky).
4. Identifikujte špecifické otázky: *Na akú otázku chce tento výskum nájsť odpoveď?* Ak výskum testuje hypotézy, *identifikujte hypotézy*.
5. Identifikujte *prístup k riešeniu problému* – čo urobili autori, aby vedeli odpovedať na špecifické otázky, ako overovali hypotézy?
6. Pokračujte čítaním časti **metódy**. Nakreslite si vlastnú schému pre každý experiment, z ktorej bude jasné, čo presne výskumníci robili. Schému je potrebné detailizovať do takej miery, aby ste podľa nej vedeli spolužiakovi experiment opísať.

7. Pokračujte v čítaní časti **výsledky** a urobte si vlastné poznámky, popisujúce grafy, tabuľky, obrázky a ostatné zistenia. Je potrebné si pozrieť, či sú použité slová „signifikantný“, „nie je signifikantný“, „štandardná odchýlka“ a podobne. Presný význam týchto štatistických termínov si treba preštudovať. Potrebné je všimnúť si veľkosť a výber výskumnej vzorky – v závislosti od typu výskumu.
8. Odpovedajú výsledky na špecifické otázky? Čo podľa vás výsledky znamenajú?
9. Prečítajte si časť **závery/interpretácia výsledkov/diskusie** – čo si o výsledkoch myslia autori? Súhlasíte s nimi? Vedeli by ste vytvoriť aj inú interpretáciu? Identifikovali autori i slabé miesta svojho výskumu? Uvádzajú autori, čo by mohlo byť ďalším krokom výskumu? Súhlasíte s nimi?
10. Teraz sa vráťte k časti abstrakt. Je abstrakt v súlade s tým, čo je uvedené vo vedeckom článku? Bola by aj vaša interpretácia rovnaká? Ak nie, čo by ste napísali odlišne? Napíšte svoj vlastný abstrakt tohto vedeckého článku.
11. Záverečný krok (dobrovoľný – nepovinný): Vyhľadajte na internete recenzie tohto článku a zistite, čo odborníci na tomto poli hovoria o výsledkoch výskumu. [11]

4| Ukážky aktivít pre žiakov s využitím vedeckej metódy a vedecky zameraných čitateľských aktivít

4.1| Ukážky vhodné pre žiakov 2. stupňa základnej školy

4.1.1 Výskum vedeckou metódou

Pozn.: Ukážka bola preložená a spracovaná autorkou tejto publikácie z originálneho zdroja uvedeného v zozname bibliografických odkazov pod č. [12].

1. Oboznámte sa s krokmi **vedeckej metódy** (učiteľ):

- Vytvorte **otázku** na to, čo vás **zaujíma**.
- Vytvorte **hypotézy** – v tomto kroku treba rozmýšľať nad tým, čo o danej téme vieme, a hľadať ďalšie informácie, ktoré by mohli pomôcť zodpovedať otázku. Hypotézy sformulujte ako možné odpovede na otázku v tvare: Keď (je), potom (bude).
- Navrhните **experiment**, ktorým by ste overili, či sú vaše hypotézy správne.
- Zaznamenajte si všetky zistenia, **výsledky**, čísla, údaje a pod.
- Napíšte **závery** – čo všetky tieto zistenia znamenajú? Odpovedajú tieto zistenia na vytvorenú otázku?
- **Prezentujte** svoje výsledky spolužiakom – je **dôležité** opísať, čo ste sa naučili, aby sa to mohli aj oni naučiť.
- Navrhните **ďalšie otázky**, ktoré by mohli problém ešte hlbšie riešiť, príp. navrhните novú otázku k téme, ktorá vás zaujíma.

2. Vypracujte pracovný list (žiak/žiaci):

Pracovný list: **Vedecká metóda poznávania**

Meno a priezvisko: _____

Téma: (pozorovanie)

Už niekoľko rokov sme pozorovali, že keď nám v zime solili cestu, asi 10 cm po jej okrajoch nám na jar nevyrástla tráva a asi do vzdialenosti 30 cm rástla oveľa pomalšie než v ďalšom priestore.

Výskumná otázka: Môže byť rast trávy spomalený soľou?

Čo o tejto téme viem?

Napíšte 3 veci, ktoré viete v súvislosti s výskumnou otázkou.

Nové informácie

Napíšte nové informácie, ktoré ste našli a môžu pomôcť pri odpovedi na výskumnú otázku.

Napíšte svoju **hypotézu** v tvare: Keď, potom
Moja hypotéza:

Navrhните **experiment** na overenie svojej hypotézy. Schematicky nakreslite postup svojho experimentu – všetko, čo budete robiť, krok za krokom; uveďte, aký materiál (pomôcky) budete potrebovať.

Zistenia a výsledky experimentu – údaje vo forme grafov, tabuliek ap.

Napište **závery** svojho zistenia – potvrdila sa vaša hypotéza? Vysvetlite, prečo áno alebo nie.

Čo by ste robili ďalej, ako by ste experiment vylepšili, zmenili?

3. Pripravte **prezentáciu** pre svojich spolužiakov.

4.1.2| Rozmýšľaj ako vedec

Pozn.: Ukážka bola preložená a spracovaná autorkou tejto publikácie z originálneho zdroja uvedeného v zozname bibliografických odkazov pod č. [13].

Pracovný list – **Vedecké zručnosti** (práca vhodná pre dvojicu)

Meno a priezvisko: _____

1. Pozorne si prečítajte text a ceruzkou alebo zvýrazňovačom si vyznačte to, čo je podľa vás dôležité si zapamätať:

Aj keď to možno neviete, každý deň rozmýšľate ako vedec. Otázky prichádzajú a vy sa snažíte na ne odpovedať. Napríklad rozmýšľate nad niečím, čomu ste dnes nerozumeli, a hľadáte možnosť, ako o tom zistiť viac. Možno ste chceli vedieť, aké bude počasie, aby ste sa mohli rozhodnúť, čo si obliecť. Pri pokuse odpovedať na otázky a riešiť problémy používate veľa rovnakých zručností, ktoré vedci používajú vo svojej práci. Prečítajte si viac informácií o týchto dôležitých **vedeckých zručnostiach**:

Pozorovanie

Ak použijete jeden alebo viac z vašich piatich zmyslov na získavanie informácií, pozorujete. Keď počujete psi štekot, počítate semienka alebo cítite zápach dymu, pozorujete. Vedci majú šťastie, pretože oni niekedy používajú špeciálne nástroje na podporu svojich zmyslov. Mikroskopy, ďalekohľady a ďalšie špeciálne nástroje im umožnia podrobnejšie pozorovanie, než aké by mohli robiť svojimi zmyslami. Pozorovanie musí byť presné a pravdivé. Rovnako dôležité sú presné záznamy z pozorovania. Sú to vlastne spracované dôkazy, ktoré môžu mať formu údajov, ale aj textu zachytávajúceho pozorovanie a môžu byť tiež vo forme spätnej väzby – vlastného vnímania alebo názoru na pozorovanú vec.

Predpoklad

Na základe pozorovania človek predpokladá, čo bude ďalej alebo čo je príčinou. Tento predpoklad nemusí byť nevyhnutne správny, hovorí sa mu kvalifikovaný odhad (*educated guess*). Vedci často vytvárajú kvalifikované odhady. Sú konštruované na základe pozorovania a toho, čo o danej problematike už vedia, bez toho, aby hľadali ďalšie informácie. Aj vy tvoríte tieto predpoklady (kvalifikované odhady) napríklad keď spíte a prebudíte sa na kikiríkание kohúta. Na základe svojich skúseností

viete, že kohút kikiríka ráno, a tak usúdite, že je ráno a treba vstávať. Pamätajte si však, že váš predpoklad nemusí byť skutočnosť. Kohút môže zakikiríkať aj vtedy, ak sa v noci k nemu dostane nejaký votrelec a ohrozuje ho alebo je zranený. To, či bol váš predpoklad správny, ukáže až ďalšie zistenie. Presvedčíte sa na hodinách, že je už ráno, zistíte napr., že je už svetlo, alebo sa naozaj niečo stalo v kuríne, keď to rodičia overia. Záver týchto presných zistení potom potvrdí alebo vyvráti váš predpoklad (odhad).

Predvídanie

Sledujete predpoveď počasia? Určite viete, že predpoveď počasia je určitá prognóza o tom, aké bude počasie zajtra alebo v priebehu týždňa či dvoch. V predpovediach sa často uvádza očakávané množstvo zrážok, rýchlosť vetra, ale predpovedajú aj hurikány, snehové búrky a podobne. Meteorológovia pozorujú počasie a na základe pozorovaní, predchádzajúcich skúseností, meteorologických modelov počasia za určitých podmienok a vedomostí predpovedajú, čo sa stane. Predvídanie je zručnosť, ktorá vychádza z pozorovaní, predchádzajúcich skúseností a dôkazov.

Triedenie

Ak dostanete doma úlohu urobiť poriadok s knihami na polici, máte niekoľko možností: môžete ich naukladať len tak na poličku, ale aj nejakým spôsobom ich potriediť (napr. podľa žánru, alebo podľa veľkosti, príp. farby). Pre triedenie podľa určitého hľadiska sa zvyčajne rozhodujeme so zámerom uľahčiť si ďalšiu prácu (napr. pri hľadaní určitej knihy). Podobne, keď si robíte poriadok v počítači, ukladáte si materiály do priečinkov, aby ste ich ľahšie našli, keď s nimi budete ďalej pracovať. Podobne i vedci využívajú triedenie na usporadúvanie dát a údajov určitým spôsobom, ktorý im umožní ďalšiu prácu s nimi.

Tvorba modelov

Určite ste už hrali hru, keď jeden žiak bez slova nakreslil obrázok a druhý žiak opísal, čo na obrázku je. Kreslili ste model. Podobne, keď ste sa učili slnečnú sústavu, jednoduché modely vám pomohli pochopiť otáčanie planét okolo Slnka.

Keď skladáte lego, máte obrázok a inštrukcie a pomocou jednotlivých kúskov staviate model. Dobrý model má pomôcť pochopiť fungovanie zložitých systémov.

Modely, ktoré vytvárajú vedci, sú často generované počítačom a niekedy sú to len mentálne modely zhotovené z matematických rovníc, ale pomáhajú pochopiť a vysvetliť fungovanie zložitých systémov.

Komunikácia

Každý deň hovoríte s priateľmi, počúvate to, čo iní ľudia hovoria, a píšete. Čítanie, písanie, rozprávanie a počúvanie sú súčasťou komunikácie. Komunikáciou sa odovzdávajú nápady a informácie ostatným ľuďom. Vedci komunikáciou odovzdávajú informácie, údaje, dôkazy, výsledky, názory. Ich komunikácia je formálna a prebieha formou rokovaní, odborných konferencií, písaním správ a vedeckých článkov. Komunikáciou pomáhajú iným ľuďom nájsť odpovede na otázky a problémy.

2. Aplikácia vedeckých zručností: v ďalšej práci pokračujte podľa pokynov v texte.

➤ **Pozorovanie** – dôkladne si pozrite nasledujúce 3 obrázky:



➤ **Predpoklad** – napíšte svoj predpoklad, čo sa stalo. Aké skúsenosti a vedomosti ste na tento predpoklad použili?

- **Predvídanie** – napíšte predpoveď, čo sa stane ďalej. Na základe čoho ste svoju predpoveď urobili?

- **Komunikácia** – napíšte detailný opis toho, ako si má váš spolužiak zaviazať šnúрку. Dajte inštrukciu spolužiakovi a ten si podľa nej zaviaže šnúрку. Vyhodnoďte spoločne jasnosť a zrozumiteľnosť vašej inštrukcie, prípadne inštrukciu upravte.

Upravená inštrukcia:

- **Triedenie**

Porozprávajte sa o 12 povolaniach, ktoré sú uvedené nižšie. Čo robia ľudia v rámci týchto povolání? Ak niektoré nepoznáte, získajte potrebné informácie (rodičia, učiteľ, internet, encyklopédia a podobne). Pre každú **vedeckú zručnosť** uvedenú pod zoznamom povolání identifikujte 2 povolania, v ktorých sa táto zručnosť najviac využíva.

Zoznam povolání:

- architekt
- veterinár
- učiteľ
- meteorológ
- opatrovatelka detí
- predavač v obchode s hudobnými nástrojmi
- dizajnér automobilov
- herec
- skladník
- riaditeľ firmy
- obchodník na burze
- filmový producent

Pozorovanie

Predpokladanie

Predvídanie

Triedenie

Tvorba modelov

Komunikácia

Diskusia v triede: Diskutujte v triede o tom, ako ste priradili povolania k jednotlivým vedeckým zručnostiam. Zdôvodnite svoje rozhodnutia.

Bonusová úloha:

1. Vyberte si povolanie niektorého z rodičov alebo príbuzných a identifikujte vedecké zručnosti, ktoré sú potrebné na výkon tohto povolania.
2. Napíšte povolanie, ktoré by ste v budúcnosti chceli robiť, a identifikujte vedecké zručnosti, ktoré sú na jeho vykonávanie potrebné. Opíšte, akým spôsobom si ich budete v budúcnosti rozvíjať.

4.1.3| Čítaj ako vedec

Pozn.: Spracované podľa anglického originálu uvedeného v zozname bibliografických odkazov pod č. [14].

Prečítajte si pozorne nasledujúci text a vypracujte otázky uvedené na konci textu.

Rozprávajúce rastliny

Nová štúdia zistila, že rastliny medzi sebou komunikujú, aby sa varovali pred blížiacim sa nebezpečenstvom.



Obr. 5

(Zdroj obr.: http://www.timeforkids.com/files/140505_tomatoes_tout.jpg)

Ľudia majú tendenciu myslieť si, že rastliny sú vlastne nábytok v prírode. Nepohybujú sa, nevydávajú zvuky, nezdá sa, že by na niečo reagovali, a ak aj, tak veľmi pomaly. Tráva neplače, keď ju kosia, kvety nekričia, keď ich zrezávajú. Ale naše ľudské vnímanie sveta je veľmi nedokonalé a chyba mu veľmi veľa. Napríklad rastliny sa rozprávajú medzi sebou celý čas a jazyk, ktorý používajú, je chemický. Už veľa rokov vedci tvrdia, že rôzne rastliny od stromov po paradajky uvoľňujú do vzduchu zlúčeniny, ktoré pomáhajú susedným rastlinám.

Tieto chemické varovania majú rovnaký účel – šíriť informácie o ochorení alebo napadnutí, aby sa ostatné rastliny mohli brániť. Ale ako rastliny v skutočnosti prijímajú tieto signály a ako konajú, je ešte mystériou.

Tento rok japonskí vedci ponúkli vysvetlenie. Identifikovali jednu chemickú správu a sledovali jej cestu od jej vyslania až po reakciu na ňu. Vedci sledovali správanie sa paradajok. Rastliny nechali rásť v dvoch plastových priehradkách spojených rúrkou. Rastliny z jednej priehradky boli infikované húsenicami a umiestnené na veternej strane. Rastliny v druhej priehradke neboli infikované a umiestnili ich v závetrí. Rastliny v závetrí boli neskôr infikované húsenicami.

Výsledok ukázal, že rastliny, ktoré boli blízko infikovaných rastlín, sa vedeli lepšie brániť infekcii.

Vedci študovali i listy z napadnutých a nenapadnutých rastlín. Našli jednu zlúčeninu, ktorá sa častejšie nachádzala v infikovaných rastlinách. Látka sa nazýva HexVic. Keď vedci krmili touto látkou húsenice, znížili ich prežitie o 17 %. Vedci identifikovali zdroj HexVic a striekali ním v jemnej vrstve zdravé rastliny. Tieto rastliny potom boli schopné produkovať HexVic, ktorý zabíja húsenice. Vedci potvrdili, že rastliny majú schopnosť produkovať svoju vlastnú zbraň proti škodcom a chorobám. Ale ako to, že vedia, kedy sa majú brániť? Sú varované svojimi rastlinnými susedmi.

Je to zložitý príbeh a môže to byť pravda u viacerých rastlín, nielen u paradajok. Môže existovať veľa takýchto signálov a sú stále pre nás neznáme. Teraz však už vieme, že rastliny medzi sebou nielen komunikujú, ale aj na seba dávajú pozor.

1. Na akú otázku tento článok odpovedá?
2. Prečo robili výskumníci tento výskum?
3. Ako výskumníci postupovali?
4. Čo výskumníci zistili?
5. Akým výskumom by mohli výskumníci pokračovať?

4.2| Ukážky aktivít pre stredoškolákov

4.2.1| Práca s kratšími verziami vedeckých článkov

Pozn.: Nasledujúci text bol preložený a upravený pre potreby tejto publikácie a vychádza zo zdroja uvedeného v zozname bibliografických odkazov pod číslom [15].

Stephen Ornes: Astronómovia našli hviezdu, ktorá je 110 svetelných rokov vzdialená od Slnka a môže mať rovnaký pôvod ako Slnko

Uverejnené dňa 5. 6. 2014 na webovej stránke Science News for Students:
<https://student.societyforscience.org/sciencenews-students>



Obr. 6

(Zdroj obrázka: https://student.societyforscience.org/sites/student.societyforscience.org/files/main/articles/HD%20162826-RGB_free.jpg)

Hviezda v konštelácii Herkules môže byť sestra nášho Slnka – hovoria astronómovia v novej štúdii. Nazvali ju HD 162826 a je jednou z tisíc až desaťtisíc hviezd, ktoré vznikli približne v rovnakom čase ako naše Slnko a z rovnakého oblaku prachu a plynu (globula, angl. *nebula*).

Tak ako deti rastú a rozchádzajú sa každé svojou cestou, aj HD 162826 nie je v blízkosti svojich súrodencov. Svieta zo vzdialenosti 110 svetelných rokov, čo znamená, že jej svetlo dosiahne Zem za 110 rokov.

Iván Ramírez, astronóm z Texaskej university v Austine, viedol experiment na identifikáciu hviezd. On a jeho spolupracovníci vyvíjajú spôsob, ako identifikovať ďalších „súrodencov“ hviezd. Ich práca by jedného dňa mohla identifikovať rodisko našej slnečnej sústavy. To by tiež pomohlo zistiť, za akých podmienok bola vytvorená. Solárny systém tvorí Zem a sedem ďalších planét, ktoré obiehajú okolo Slnka spolu s asteroidmi, kométami a zvyškami rozpadnutých vesmírnych telies.

Ako väčšina hviezd Slnko a jeho súrodenci sa vynorili z obrie oblaku prachu a plynu (globula) vo vesmírnom priestore. V priebehu doby boli títo hviezdni súrodenci rozptýlení po celej našej galaxii – Mliečnej dráhe. Hľadanie súrodencov medzi všetkými hviezdami v našej galaxii by trvalo príliš dlho, a tak Ramírez a jeho tím hľadali ľahšie zvládnutelnú cestu. Výskumníci predpokladali, že hviezda musí mať rovnaké zloženie ako materský oblak, z ktorého vznikla. Ak teda hviezdy vznikli v tom istom oblaku, mali by mať rovnaké chemické zloženie. Takže pri hľadaní súrodencov Slnka sa astronómovia najprv pozreli na hviezdy s rovnakou kombináciou prvkov. Tím výskumníkov zverejnil svoje závery 8. 5. 2014 na arXiv.org. Štúdia bude zverejnená v niektorom z budúcich čísiel *Astrophysical Journal*. Ramírez a jeho kolegovia študovali svetlo hviezd. Zaznamenali ho pomocou dvoch teleskopov. Jeden bol umiestnený v Texase a druhý v Čile. Svetlo môže odhaliť zloženie hviezd. Aj keď zo Zeme sa môže zdať biele, svetlo je v skutočnosti spektrum. Spektrum je skupina farieb ako dúha. Astronómovia používajú zariadenie nazývané spektrograf, ktoré umožňuje rozdeliť biele svetlo na jeho spektrum. Rôzne chemické prvky, ktoré hviezdy obsahujú, sú schopné absorbovať rôzne farby (alebo svetlo vlnovej dĺžky), takže

svetlu z hviezd budú chýbať niektoré farby. Na základe zistenia, ktoré vlnové dĺžky chýbajú, môžu astronómovia „vidieť“, z ktorých prvkov je hviezda vytvorená.

Pomocou spektrografu astronómovia presondovali 30 hviezd. Zopár malo rovnaké množstvo železa – prvku, ktorý sa bežne vyskytuje vo hviezdach ako Slnko. Množstvo niektorých ďalších prvkov tiež zodpovedalo tým na Slnku. Výskumníci zúžili hľadanie a zamerali sa na hviezdy, ktoré sa pohybujú zhruba v rovnakom smere ako naše Slnko.

„Väčšina hviezd sa oddelila veľmi rýchlo a drží sa ďalej od Slnka,“ povedal Ramírez pre *Science News*. Avšak hviezdny súrodenc, zdá sa, sleduje dráhu Slnka okolo galaxie. HD 162826 sa narodila približne v rovnakom čase ako naše Slnko. Jedným zo spôsobov, ako astronómovia odhadujú vek hviezd, je jej jas a farba. V novej štúdii Ramírez a jeho tím odhadli vek HD 162826 na 4,6 miliárd rokov, čo je veľmi blízko k veku Slnka: 4,57 miliárd rokov. „Skutočnosť, že títo ľudia našli súrodencov Slnka, nie je hlúposť,“ povedal Fred Adams pre *Science News*. Astrofyzik z University Michigan v Ann Arbor, ktorý nepracoval na novej štúdii, potvrdil, že výskumníci predpovedali, že astronómovia budú schopní nájsť súrodencov Slnka v jeho v kozmickom priestore.

Kľúčové slová: pozorne si prečítajte text a napíšte vlastnými slovami vysvetlenie nižšie uvedených pojmov, neznáme pojmy vyhľadajte:

asteroid

astronómia

astrofyzika

globula

kométa

konštelácia hviezd

kozmicový

chemický prvok

galaxia

svetelný rok

planéta
solárny systém
spektrograf
hviezda
Slnko
teleskop
vlnová dĺžka

4.2.2| Práca s vedeckým článkom – sumarizujúcim

Preštudujte si vedecký článok a vypracujte úlohy uvedené na konci článku.

Pozícia geneticky modifikovaných rastlín v slovenskom poľnohospodárstve (krátené)

Kraic, J., Konôpková, E., Mihalčík, P.

Centrum výskumu rastlinnej výroby, Piešťany

Abstrakt

V Európe boli prvé poľné pokusy s geneticky modifikovanými (GM) rastlinami uskutočnené v r. 1986. Ich komerčné využívanie sa začalo v roku 1996 pestovaním GM rajčín „Flavr Savr“. Súčasný stav (2009) v pestovaní GM rastlín vo svete je charakteristický ich pestovaním na výmere 134 mil. ha.

V porovnaní s inými kontinentmi je situácia v Európe rozdielna. V roku 2009 pestovalo GM rastliny len šesť krajín vrátane Slovenska. Je povolená len jedna GM kukurica – MON 810, ktorá je rezistentná proti vijačke kukuričnej. Výmera osiata MON 810 na Slovensku v r. 2006 – 2009 sa menila v rozpätí od 30 do 2 000 ha. Podľa Eurostatu (2009) výmerou kukurice sme na ôsmom mieste v rámci EÚ. Prínosy MON 810 v porovnaní s konvenčnou kukuricou sú podobné ako v iných krajinách, t. j. úroda vyššia o 10 – 14 %, rentabilita vyššia o 8 – 18 % a preukazné je aj zníženie obsahu mykotoxínov.

Kľúčové slová: geneticky modifikované rastliny, MON 810, rentabilita.

Prvé testovanie geneticky modifikovanej rastliny (tabaku) v poľných podmienkach bolo vykonané v roku 1986 (v Belgicku), až o rok neskôr (1987) boli prvé poľné pokusy s geneticky modifikovanými (GM) rastlinami (tabakom a rajčiakom) v USA. V r. 1992 bolo v USA americkým ministerstvom

poľnohospodárstva schválené komerčné využívanie prvej GM poľnohospodárskej plodiny – rajčiaka jedlého s názvom „Flavr Savr“. Genetickou modifikáciou bola v ňom zabrzdená produkcia enzýmu rozkladajúceho pektín v bunkových stenách plodu, plody rajčiaka boli teda trvácnejšie po zbere, nepodliehali tak rýchlo mäknutiu a hnitiu. Pestovať a spracovávať sa začal v USA v roku 1994 a v rokoch 1996 – 1999 sa z jeho plodov dopestovaných a spracovaných v USA predával pretlak aj vo Veľkej Británii. V roku 1994 aj Európska únia (Francúzsko) schválila prvú GM plodinu (tabak). Oficiálne sa ale prvým rokom komerčného pestovania geneticky modifikovaných rastlín stal rok 1996, keď 6 štátov – USA, Čína, Kanada, Argentína, Austrália, Mexiko – vysialo GM plodiny spolu na ploche 1,7 mil. hektárov. Z úvodných 1,7 mil. hektárov GM plodín v roku 1996 sa v roku 1997 plochy zvýšili na 11 mil. hektárov a v roku 1998 až na 27,8 mil. hektárov. V roku 2006 bola prekročená hranica 100 mil. hektárov vysiatych GM plodín v jednom roku. Ani v ďalších rokoch sa tento trend nezastavil a pokračuje až doteraz.

Plochy GM plodín dosiahli v roku 2009 na svete 134 mil. hektárov, čo bol medziročný nárast o 9 mil. hektárov (o 7 %), a využívalo ich 25 štátov sveta, v ktorých žije spolu 54 % svetovej populácie. GM plodiny pestovalo v roku 2009 spolu 14 mil. farmárov, z toho asi 13 mil. (t. j. 90 %) malých farmárov v chudobných štátoch. Oproti r. 2008 sa zvýšil počet farmárov využívajúcich GM plodiny o 700-tisíc, z toho najviac v Indii (o 600-tisíc malých farmárov). Najväčším pestovateľom GM plodín na svete sú USA. Od roku 1996 boli GM plodiny akceptované praxou až do takej miery, že postupne nahrádzali ich konvenčné (geneticky nemodifikované) ekvivalenty. V r. 2009 bol v USA podiel GM sóje zo všetkej pestovanej sóje už 91 %, podiel GM cukrovej repy 95 %, podiel GM bavlníka 88 % a podiel GM kukurice 85 %. Druhým najväčším pestovateľom GM plodín v roku 2008 bola Argentína. Podiel GM sóje bol 99 %, GM kukurice 65 % a GM bavlníka 60 %. V Brazílii, treťom najväčšom pestovateľovi GM plodín, bol v roku 2009 podiel GM sóje 71 %. V roku 2009 bol v Indii podiel pestovaného GM bavlníka až 87 %, v Číne 68 %, v Kanade podiel GM repky olejnej až 93 %. (James, 2009)

Za obdobie od roku 1996 boli GM plodiny vysiate na celkovej ploche 949,9 mil. hektárov. V období 1996 – 2008 ich využívanie dovolilo znížiť množstvo

použitých pesticídov o 8,4 % (t. j. 356 mil. kg aktívnych zložiek herbicídov) a emisie CO₂ znížiť o 14,4 mil. ton. (James, 2009)

V pestovaní GM plodín v Európskej únii bola tendencia postupného nárastu, resp. udržania plôch obsiatych GM kukuricou rezistentnou proti vijačke kukuričnej – až do tohto roka jedinej z genetických modifikácií v kukurici, ktorú bolo a je možné v EÚ komerčne pestovať.

V roku 2009 šesť európskych štátov pestovalo GM kukuricu spolu na ploche 94 750 ha (z toho 80 % v Španielsku), čo bol oproti roku 2008 pokles o 12 %, keďže Nemecko v roku 2009 nevysialo žiadnu GM kukuricu. V Španielsku dosiahol podiel GM kukurice z celkových plôch kukurice už 22 %. Celkové zníženie plôch GM kukurice sa pripisuje ekonomickej recesii, zníženiu celkových plôch kukurice, ale aj znechuteniu farmárov plánujúcich vysiať GM kukuricu v dôsledku celkovej atmosféry v EÚ.

V období 1997/1998 boli na pestovanie v EÚ autorizované 3 geneticky modifikované línie kukurice obsahujúce konštrukty Bt176, MON 810 a T25. Na pestovanie je stále relevantná len jedna z nich – tzv. Bt-kukurica (MON 810). V rôznych štádiách procesu schvaľovania je dnes v EÚ 123 GM odrôd kukurice, sóje, cukrovej repy, repky olejnej, zemiaka, bavlníka, ryže a hrebíčka (prehľad na stránke GMO Compass <http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>). Väčšinou sú žiadosti o schválenie GM odrôd orientované na povolenie na výrobu potravín a krmív alebo na dovoz a spracovanie. Iba štvrtina z nich je zameraná na komerčné pestovanie v EÚ.

Okrem GM kukurice MON 810 bola v EÚ v apríli tohto roka komerčne vysadená aj GM odroda zemiaka „Amflora“ na ploche 15 hektárov. Je to zemiak, ktorý má genetickou modifikáciou zmenené zloženie škrobu tak, že produkuje iba jednu jeho zložku – amylopektín. Škrob vyrobený z neho je uniformný, lepšie a lacnejšie spracovateľný. GM zemiak Amflora je určený iba na priemyselné spracovanie.

Slovensko sa v roku 2006 stalo v poradí 21. štátom sveta, ktorý začal pestovať GM plodiny. Na polia sa dostala jediná v EÚ povolená GM kukurica MON 810. Jej pestovanie sa začalo v troch lokalitách, spolu na 30 hektároch. V rokoch 2007 – 2008 sa jej plocha zvyšovala, v roku 2009 klesla. V roku 2010 by mala byť na Slovensku vysiatá na ploche okolo 1 500 hektárov.

GM kukurica MON 810 je jedným z najstarších produktov rastlinných biotechnológií. V USA bola schválená na uvoľnenie do životného prostredia a už v r. 1994 boli vykonané poľné testy. V roku 1995 boli poľné testy vykonané aj v 4 lokalitách vo Francúzsku. Registráciu získala v roku 1996 a prvý raz bola komerčne pestovaná v roku 1997 v USA. Už v roku 1998 bola schválená v EÚ na dovoz, pestovanie a spracovanie.

Do MON 810 bol vložený gén cry1Ab pochádzajúci z *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* a kódujúci bielkovinu Cry1Ab1. Táto bielkovina zabezpečuje ochranu proti vybratým škodcom (motýľom) – vijačka kukuričná (*Ostrinia nubilalis*) a druhy rodu *Sesamia* spp. Kukurica patrí medzi najvýznamnejšie plodiny slovenského poľnohospodárstva a vijačka kukuričná je i tu významným škodcom kukurice. Vyskytuje sa vo všetkých oblastiach Slovenska, kde sa pestuje kukurica. Poľné testy potvrdili, že MON 810 je vo svojom zložení fenotypovo aj agronomicky ekvivalentná s geneticky nemodifikovanou izogénnou líniou. Jedinou odlišnosťou je schopnosť produkovať bielkovinu Cry1Ab1 a chrániť sa tak proti vijačke kukuričnej. Po suchom mletí zrna táto bielkovina zostáva v klíčkoch, lepku a vláknine, po mokrom mletí a stekutení škrobu sa už nedá stanoviť.

Pri tejto bielkovine bolo vykonané jej toxikologické hodnotenie, akútne testy toxicity, testy toxicity opakovanými dávkami, simulovaná bola jej degradácia tráviacimi tekutinami, degradácia v tráviacom trakte, bioinformatické porovnávacie štúdie, toxikologické testy potravín a krmív obsahujúcich bielkovinu Cry1Ab1, testy alergenicity samotnej bielkoviny i celej GM rastliny, hodnotená bola nutričná kvalita potraviny a krmiva s obsahom MON 810. Bielkovina Cry1Ab neukázala žiadnu homológiu so známymi toxínmi a alergénmi. Je rýchlo degradovaná v simulovaných gastrických podmienkach. V krmných testoch sa neukázal žiadny vedľajší efekt. Na základe uvedeného EFSA (European Food Safety Authority) konštatovala, že MON 810 je bezpečná rovnako ako jej geneticky nemodifikovaný ekvivalent a alergenicita sa v dôsledku genetickej modifikácie nezmenila (EFSA, 2009). EFSA (2009) tiež konštatovala, že vplyv MON 810 na životné prostredie nie je odlišný od konvenčnej kukurice, že je veľmi nepravdepodobné, že by mohlo dôjsť k prenosu génu Cry1Ab z kukurice do genómu mikroorganizmov v prostredí alebo v tráviacom trakte

človeka či zvieratá. Ani prenos peľu a prípadné cudzoopelenie nie sú environmentálne riziká. V EÚ sa voľne v prírode nevyskytujú ani kompatibilné divé príbuzné druhy ani buriny, ktoré by sa s kukuricou mohli krížiť.

Záverečné stanovisko EFSA (z 15. 6. 2009) označuje GM kukuricu MON 810 za rovnako bezpečnú, ako je každá iná konvenčná kukurica z pohľadu vplyvu na zdravie človeka a živočíchov a nie je pravdepodobné, že by mala negatívny vplyv na životné prostredie v kontexte svojho využitia.

GM kukurica MON 810 je určená na pestovanie v oblastiach s výskytom vijačky kukuričnej. MON 810 sa dokáže bez insekticídneho alebo iného zásahu sama chrániť proti vijačke a už pri 20 % napadnutí porastu vijačkou sa významne zvyšuje úroda oproti konvenčnej kukurici a kvalita produkcie, najmä v dôsledku takmer nulového poškodenia šúlkov a zŕn a absencie sekundárnej infekcie hubami rodu *Fusarium*, produkujúcimi mykotoxíny.

Záver

Akceptovanie GMO a produktov z nich je často vnímané len ako akceptovanie komerčného pestovania GM rastlín na poliach. GM rastliny sú aj najčastejšie objektom diskusií, kritik, niekedy aj priamych atakov a likvidácie porastov. Na druhej strane sú však iné GMO a produkty z nich vyrobené, nad používaním a akceptovaním ktorých sa už dnes vôbec nevzrušujeme. GMO vrátane rastlín a produkty z nich sú bez problémov akceptované na účely spracovania a zaradenia do potravinového reťazca. Príkladom môže byť výkrm hovädzieho dobytku, ošípaných i hydiny, ktoré sú aj v štátoch EÚ kŕmené krmivami obsahujúcimi GM rastliny, resp. ich zložky.

Zvlášť významnou zložkou krmív pre hospodárske zvieratá je sója. Členské štáty EÚ jej alebo produktov z nej vyrobených importujú približne 40 mil. ton, hlavne z Brazílie, USA a Argentíny, kde je väčšina pestovanej sóje geneticky modifikovaná. Množstvo aditív pridávaných do krmív tiež produkujú geneticky modifikované organizmy. Takto sú vyrábané aj vitamíny (B2, B12, biotín), aminokyseliny, enzýmy, farbivá (beta-karotén).

V EÚ akceptujeme aj GMO a zložky z nich v nápojoch. Sú nimi enzýmy produkované GM mikroorganizmami používané pri výrobe alkoholických nápojov, džúsov a iných nealkoholických nápojov. Pri výrobe syrov sa využíva enzým produkovaný GM hubami. Sušené vajčka pridávané do množstva

potravín sú konzervované a stabilizované enzýmami vyrobenými z GM mikroorganizmov. Rovnako kyselina askorbová (vitamín C), glutamát a ďalšie stabilizátory a emulgátory sú vyrobené aj z GMO. Sója je zdrojom mnohých surovín používaných v potravinárstve – múka, lecitín, olej, pričom ich podstatná časť je vyrobená práve z GM sóje.

GM rastliny sú alternatívou konvenčných rastlín v rastlinnej výrobe už dnes. V priebehu niekoľkých rokov budú komerčne dostupné GM rastliny s ešte významnejšími vlastnosťami a ich kombináciami. Využívanie ich výhod by malo byť jedným z faktorov, ktoré rastlinnej výrobe pomôžu byť konkurencieschopnou a udržateľnou. [16]

Literatúra

1. EFSA: Scientific opinion of the Panel on genetically modified organisms. The EFSA Journal, 2009, 1149, 1-84.
2. James, C. Global status of commercialized biotech/GM crops: 2009. ISAAA Brief No. 41. ISAAA, Ithaca, NY.
3. Technický sprievodca pre pestovanie kukurice YieldGard® Corn Borer. Monsanto Slovakia, s. r. o., Bratislava, 1-12.
4. Vyhláška č. 69/2007 Z. z. Ministerstva pôdohospodárstva SR zo 14. augusta 2006, ktorou sa vykonáva zákon č. 184/2006 Z. z. o pestovaní geneticky modifikovaných rastlín v poľnohospodárskej výrobe.
5. Zákon č. 184/2006 Z. z. zo 16. marca 2006 o pestovaní geneticky modifikovaných rastlín v poľnohospodárskej výrobe.

ÚLOHY:

1. Identifikujte, či ide o primárny vedecký článok, alebo o sumarizujúci vedecký článok.
2. Na základe údajov v článku spracujte údaje vo forme grafov a/alebo tabuliek.
3. Pripravte krátku prezentáciu kľúčových informácií pre spolužiakov.
4. Vyhľadajte ďalšie informácie a názory na GM rastliny a navrhните otázky do diskusie zamerané na rôzne pohľady na GM rastliny a ich využitie. V diskusii prezentujte svoj názor.

4.2.3| Práca s vedeckým článkom – primárnym

Práca s primárnym vedeckým článkom môže byť veľmi efektívnym a aktívnym učením sa žiakov. Žiaci majú problém nájsť vhodný vedecký článok, a tak je na učiteľovi, aby vyhľadal niečo blízke ich záujmom a súvisiace s preberanou témou. Touto aktivitou sa podporujú dve významné kompetencie: hodnotenie a kritické čítanie. Potrebujeme k nej primárny vedecký článok a použijeme metódu skladačka (angl. *jigsaw*).

Postup pre učiteľa:

- Vysvetlíme žiakom, čo je primárny vedecký článok, čo rieši a aké má časti.
- Vedecký článok rozdelíme na časti (úvod, metódy, výsledky, závery). Namnožíme samostatné časti článku rovnomerne podľa počtu žiakov a rozdáme tak, aby každý žiak dostal len jednu časť článku. Názov článku bude v každej časti. Abstrakt namnožíme pre všetkých žiakov, ale vopred nerozdáme.
- Pre všetkých žiakov pripravíme formulár s otázkami, na ktoré budú postupne odpovedať:
 1. Na akú otázku podľa môjho názoru článok odpovedá?
 2. Aký záver autori prezentujú?
 3. Aké výsledky vychádzajú zo štúdie?
 4. Ako autori robili štúdiu (výskum)?
 5. Čo je najvýznamnejšie na týchto zisteniach?
 6. Ako tento článok dopĺňa moje vedomosti z tejto oblasti?
 7. Odpovedá tento článok na moju otázku? Ak áno, aká je odpoveď?
 8. Čo iné k téme by som ešte chcel vedieť?
 9. Napíšte vlastný abstrakt tohto článku.
- Žiakom dáme pokyn dôkladne si prečítať text (10 min.) a individuálne si poznačiť odpovede na otázky, na ktoré zo svojho textu vedia odpovedať.
- Rozdelíme žiakov na skupiny tak, aby všetci mali rovnakú časť textu, a necháme im primeraný čas na konzultáciu prečítaného a porovnanie odpovedí, ktoré si individuálne pripravili. Na záver by skupina mala dospieť k zhode v odpovediach na otázky.
- Potom preskupíme žiakov tak, aby v skupinách boli zastúpené všetky časti textu. V každej skupine postupne žiaci (experti na svoju časť) prezentujú

svoju časť textu ostatným členom skupiny v postupnosti úvod, metódy, výsledky a záver tak, aby bol odprezentovaný celý materiál. Členovia skupiny si robia poznámky a zapisujú chýbajúce odpovede k otázkam. Odpovede a nejasnosti konzultujú s „expertom“ – žiakom, ktorý prezentoval príslušnú časť článku.

- Po skončení práce v skupine by mali mať všetci žiaci zodpovedané všetky otázky.
- Na záver individuálne žiaci napíšu svoj vlastný abstrakt k tomuto článku.
- Nakopírovaný abstrakt rozdáme žiakom, ktorí si urobia vlastné porovnanie so svojím abstraktom.
- V diskusii vysvetlíme nejasnosti, zodpovieme otázky žiakov a žiaci hodnotia pôvodný a svoj abstrakt.

Záver

Prírodovedné i spoločenskovedné poznatky majú prispievať k poznaniu sveta a spoločnosti, aby sa prejavili v technickom pokroku a v spirituálno-etickom rozmere ľudských bytostí. Pokrok vo vedách je cesta k zlepšeniu kvality nášho života, nášho fyzického i duševného zdravia.

V poslednej dobe sa zaznamenal odklon záujmu mladých ľudí od prírodných a technických vied, čo sa v budúcnosti môže prejavíť nedostatkom odborníkov v danej oblasti, ale aj stagnáciou výskumu a vedy, a tým zaostávaním za vyspelými krajinami, v spoločensktve ktorých fungujeme. Je preto na učiteľoch prírodovedných predmetov podporovať bádateľské schopnosti mladých ľudí, prezentovať životy slávnych vedcov a výskumníkov a prínosy ich práce pre nás všetkých. Od mala sa snažme podporovať a uspokojovať zvedavosť našich detí zaujímavými a zmysluplnými aktivitami, ktoré ich budú do budúcnosti motivovať a viesť možno aj k vedeckej kariére.

Aj keď slovenských zdrojov nie je veľa, hľadaním a čítaním pôvodných zdrojov rozvíjame taktiež jazykové kompetencie žiakov, odbornú slovnú zásobu v cudzom jazyku a otvárame žiakom cestu do sveta. Naša publikácia nemá ambíciu pokryť celú oblasť vedeckého poznávania v škole, ale možno motivuje zaniietených učiteľov a žiakov k inému spôsobu vyučovania a učenia sa a bude pre ich budúcnosť prínosom.

Veríme, že pridaním „vedeckosti“ do nášho vzdelávania sa postupnými krôčikmi k tomuto cieľu dostaneme.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] TKADLEC, E. *Strategie a metody vědecké práce. Filosofické názory a komunikačné dovednosti* [online]. Olomouc : Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 2007. [cit. 13-06-2014]. Dostupné na internete: <http://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fhome.czu.cz%2Fwebdav.php%3Fseo%3Dkopeckyo%2Fke-stazeni%2F%26file%3D%2FMethody-vedecke-prace.pdf&ei=O_enU-TbMcSg7Aaa0IC4BA&usg=AFQjCNFcGQZp3VC3MhloFcHt-rGA9Bqblw&sig2=_h2gio8A9tI9GhQsOrCcRw&bvm=bv.69411363,d.ZGU>.
- [2] HILL, W. JOHN, KOLB, K. DORIS. *Chemistry for changing Times*. 9. vyd. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ 07458, 2001. ISBN 0-13-087489-2.
- [3] LETT, J. A Field Guide to Critical Thinking. In *Skeptical Inquirer* [online]. Volume 14.4, Fall 1990. [cit. 08-06-2014]. Dostupné na internete: <http://www.csicop.org/si/show/field_guide_to_critical_thinking/>.
- [4] *Teaching Chemistry – A Study book*. A practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers. Edited by: Ingo Eilks and Avi Hofstein SENSE PUBLISHERS Rotterdam/Boston/Taipei e-book, 2013. ISBN 978-94-6209-140-5.
- [5] *Národná správa – PISA 2006* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/N%C3%A1rodn%C3%A1_spr%C3%A1va_PISA_2006.pdf>.
- [6] *Study Guides and Strategies: Following the Scientific Method* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.studygs.net/scimethod.htm>>.
- [7] *A Problem-Solving Method Used to Develop Intervention Plans* [online]. [cit. 20-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.simplyrti.com/the-rti-framework/design-of-an-rti-framework/intervention-plans/>>.
- [8] DESHMUKH, K. *Brain exercises to improve creativity and problem solving* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://blog.careerfutura.com/brain-exercises-to-improve-creativity-and-problem-solving/>>.

- [9] *Problem-solving and decision-making, simple processes for problem-solving and decision-making* [online]. [cit. 20-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.businessballs.com/problemsolving.htm>>.
- [10] *Problem based learning* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.studygs.net/pbl.htm>>.
- [11] RAFF, J. *How to read and understand a scientific paper: a guide for non-scientists* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://violent-metaphors.com/2013/08/25/how-to-read-and-understand-a-scientific-paper-2/>>.
- [12] Lesson: *Exploring a Topic with the scientific Method* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <https://s3.amazonaws.com/images-epals-com/gc/Lesson_+Exploring+a+Topic+with+the+Scientific+Method.pdf>.
- [13] Think like scientist: *Student reading activity guide* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <http://www.learnnc.org/lp/media/uploads/2008/01/1think_like_a_scientist.pdf>. Informačné zdroje: North Carolina : Prentice Hall. Integrovaná veda, roč. 6, s. 182-183.
- [14] Veronique Greenwood for TIME: *Rozprávajúce rastliny* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.timeforkids.com/news/talking-plants/161691>>.
- [15] *Science News for Students SUN sibling spotted* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<https://student.societyforscience.org/article/sun-sibling-spotted-by-Stephen-Ornes>>.
- [16] *Riziká a prínosy genetickej modifikácie organizmov* : zborník referátov a diskusných príspevkov z vedeckej rozpravy 36. valného zhromaždenia členov Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied, konaného 8. júna 2010 v Nitre [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <https://www.google.sk/search?q=Rizik%C3%A1+a+pr%C3%ADnosy+genetickej+modifik%C3%A1cie+organizmov+&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:sk:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gws_rd=cr&ei=B6aVU6HhJ5CS7AbzhoHgBQ>.
- [17] BOGUCA, R., WOOD. E. *How to read Scientific Research Articles: A Hands-On Classroom Exercise* [online]. [cit. 07-06-2014]. Dostupné na internete: <<http://www.isl.org/09-fall/article4.html> How to read scientific article?>.

Názov:	Vedecké metódy poznávania a ich využitie v školskej praxi
Autor:	Ing. Alena Tomengová, PhD.
Recenzenti:	RNDr. Eleonóra Gullach RNDr. Mária Vydrová
Vydavateľ:	Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave
Odborná redaktorka:	Mgr. Terézia Peciarová
Grafická úprava:	Ing. Monika Chovancová
Vydanie:	1.
Rok vydania:	2014
Počet strán:	50
ISBN	978-80-565-0189-4