



VĚDECKÉ ZÁSADY

ANEB „JAK SPRÁVNĚ PROVÉST POKUS“

POZOROVÁNÍ NEBO POKUS?

Odlišujeme pozorování od pokusu, což není totéž. Pozorování má skvělou hodnotu pro vytváření hypotéz, vysvětlování dějů a hledání souvislostí, nemožňuje však jasně prokázat vliv určité proměnné. Pozorováním zjistíme, že hrách na mokré vatě vyklíčí. To je skvělé! Možná by ale vyklíčil i na vatě suché nebo na vatě s limonádou, to ale pozorování nemůže prokázat.

Z pozorování vznikne pokus, vezmu-li 3 tácky s vatou a hrachem, které se mezi sebou liší pouze tím, zda a čím jsem vatou namočil. Pak sleduji a měřím, jak hrách klíčí. Je dobré pokus několikrát zopakovat. Nakonec mohu říci, že hrách nejlépe klíčí na mokré vatě, protože pro své tvrzení mám důkaz.

Pokus má svoje pravidla. Nenechte se jimi ale úplně zahltit. Zvažte, zda jsou vaši žáci na začátku badatelské kariéry nebo zda už jsou otrými mazáky, a nároky na „profesionalitu pokusu“ zvyšujte postupně.

- Důležité je, aby se všechny zkoumané vzorky lišily opravdu jen v té podmínce, kterou sledujeme! Všechny ostatní musí zůstat stejné.

Představme si situaci, kdy máme sadu květináčů s různým množstvím hnojiva (A,B,C). Tím, co sledujeme, je vliv různé dávky hnojiva. Květináče (3 vzorky od každého množství hnojiva) postavíme na stůl v řadě AAA-BBB-CCC. „Céčka“ s největším množstvím hnojiva jsou umístěna na okně úplně vpravo, tam ale zároveň vůbec nesvíti slunce a rostlinky se natahují k oknu. Není to tedy hnojivem, ale jejich umístěním. Proto je lepší květináče prostřídat ABC-ABC-ABC.

Kromě stejného osvětlení bychom měli mít i např. stejný druh rostliny, stejnou zeminu, stejnou závlivku, stejnou značku hnojiva.

1. Příprava a naplánování

- Při práci s živou přírodou je třeba si uvědomit, že přestože nejsou jednotlivci úplně stejní, většina věcí je obecně platná. Abychom to však mohli dokázat, potřebujeme mnoho jedinců, abychom mohli odlišit individuální vlastnosti od obecných zákonitostí.

Má-li soused jedno rajče červenější, ještě to neznamená, že se o toto rajče lépe stará a že má lepší podmínky ke svému vývoji. Pokud jsou však všechna sousedova rajčata červenější než naše, měli bychom se nad svojí péčí zamyslet. I když ale budeme mít pro rajčata nevyhovující podmínky, může se stát, že několik jich bude červenějších než u souseda. Co z toho tedy vyplývá za pravidlo?

Pro každou variantu vzorku je třeba využít více opakování – minimálně 3. Měli byste s žáky diskutovat, proč jsou opakování důležitá (odlišné hodnoty, nepovedené měření, individuální vlastnosti jedinců atd.).

- Zkoumáme-li např. vliv hnojiva na růst rostlin, je třeba pěstovat i nehnojenou variantu, která dostává stejné množství vody a roste ve stejných podmínkách. Nelze se spolehnout jen na to, že víme, že normálně rostlina „tak moc neroste“. Srovnání se nám bude hodit i pro názornou prezentaci.

Máme tedy jednu ničím neovlivněnou (nulovou) variantu, kterou srovnáváme s ostatními variantami, u nichž se sledovaná podmínka mění.



- **Plánujeme zaznamenávání.** Ve chvíli, kdy budeme diskutovat, proč nám pokus vyšel tak, jak vyšel, bude se nám hodit co nejvíc informací, např.: Proč nám rostliny o víkendu ve škole moc nevyrostly? – Pan školník vypnul na víkend topení.

Diskutujte s žáky, co vše je potřeba zaznamenat – data (změny, rozdíly, to, co se nezměnilo), vnější faktory, které pokus ovlivňují, obecné informace (datum, čas, kdo měřil, přístroje atd.).

- **Vybíráme metodu.** Vždy je dobré využít ověřených postupů, které můžeme srovnávat. Váhu můžeme sice měřit improvizovaně ve všelijakých jednotkách – třeba kouscích křídly, když ale použijeme gramy, můžeme srovnávat. Podobně je tomu i s metodami: když použijeme rozšířenou metodu, každý ví, jaké má chyby a jak správně pracovat s výsledky při srovnávání. Vždy je dobré vědět o zvolené metodě a pomůckách co nejlépe – váhy s rozlišením 1 kg nám toho o hmotnosti listu pampelišky určitě moc neřeknou.
- **Vybíráme pomůcky.** Když vybíráme pomůcky, jediné, co nás zajímá, je otázka: „Které se nejlépe hodí k ověření naší hypotézy?“ Bylo by chybou zaradovat se, že jsem si včera pořídil super přesné mikrometrové měřítko, když potřebuji změřit plochu zahrady. Není ovšem pravda, že bez nákladných pomůcek nejdou dělat opravdové pokusy. S trochou důvtipu si lze mnohokrát poradit s dostatečným množstvím stejných plastových lahví, kelímků od jogurtu nebo třeba roliček od toaletního papíru...
- **Rozhodněte se pro jednotné značení vzorků, ploch apod.** Představte si to zoufalství, když týdný provádíte dlouhodobý pokus, za nějakou dobu se k němu vrátíte a už dávno nevíte, který vzorek je který... Pomíchané neoznačené vzorky jsou bezcenné a vy můžete začít znovu.

2. Provedení pokusu

- **Vzorek vždy standardizujeme.** Pokud potřebuji při pokusu půdu na pěstování fazolí, měla by být ve všech květináčích stejná (hmotnost i její složení). Nejsnáze toho docílím tím, že ji důkladně promíchám a navážím. Při opomenutí takzvané „**standardizace vzorku**“ by mohlo dojít k výrazným chybám, což ukazuje další příklad.

Pokud zjišťuji počet žížal ve vzorku půdy ze zahrady a nechci rozebrat celý kbelík, musím půdu zamíchat. Může se totiž stát, že si všechny žížaly zrovna zalezly ke dnu, odkud bych si vzorek nebral, a pak bych řekl, že tam žádná žížala nebyla, i když jich tam ve skutečnosti bylo hodně.



- **Pořizujeme dokumentaci z různých fází pokusu (foto, video, náčrtky).** Může se nám hodit při prezentaci výsledků.
- **Neovlivňujeme a nezasahujeme do pokusu** (nezaléváme například víc oblíbený vzorek). Např. takový hnojený vzorek, tím že rychleji roste, může mít časem nedostatek vody. Vliv množství vody v zálivce však nesledujeme, tak bychom ji neměli měnit.
- **Držíme se původního plánu, jak jen to jde** – pokus předčasně neukončujeme, pokud něco nevyhází tak, jak jsme si představovali – i podle nás špatný výsledek, je výsledkem, a proto ho uvedeme a zdůvodníme. Mnohdy může být mnohem zajímavější, než kdyby pokus dopadl tzv. „dobře“. A pokud se nad výsledkem zamyslíme, proč nám to asi „nevyšlo“, můžeme pomoci dalším výzkumníkům k eliminaci chyb.
- **Zajímá nás, jak pokus dopadne** – nesnažíme se započatý pokus upravit, i když vidíme, že neprobíhá podle plánu. Třeba se nám náhodou podaří zjistit něco nečekaného. Napadne-li nás nová hypotéza během pokusu, můžeme:
 - upravit další postup tak, aby odpovídal nové hypotéze (tím přijdeme o možná zajímavé výsledky probíhajícího pokusu);
 - založit zcela nový pokus, který bude lépe odpovídat hypotéze.

At' už náš pokus dopadl jakkoli (s úpravou nebo bez ní), **vyhodnotíme jej jako právoplatný.**

3. Analýza a vyhodnocení dat

- Žáci data vyhodnotí a jsou-li k dispozici srovnatelná data někoho jiného, porovnají je se svými;
- data převedou do podoby grafů, tabulek či je doplní fotodokumentací;
- výsledky okomentují a přemýšlejí, co znamenají;
- hypotézu potvrdí, či vyvrátí a své rozhodnutí zdůvodní;
- data interpretují a diskutují, jaké by mohly mít souvislosti;
- připraví si podklady pro prezentaci písemnou (článek, poster) či ústní (konference, seminář, referát spolužákům).