

Projekt GAČR: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání

DANUŠE NEZVALOVÁ

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Úvod

V mnoha rozvinutých zemích zejména fyzika a chemie nepatří k populárním předmětům studia jak v základním tak i středním (a koneckonců také terciálním) vzdělávání. Důvody jsou samozřejmě velmi rozmanité, ovlivněné nejrůznějšími kombinacemi přístupů osobních, rodičů, učitelů, a v nemalé míře také ovlivněné mediálními prostředky a přístupem společnosti. Jednou z mnoha možností může být i nízké porozumění přírodovědným konceptům velkou částí vzdělávané populace. Přírodovědné vzdělávání je komplexem s mnoha kontraproduktivními prvky. Svět se stává více a více komplikovaným a vyžaduje jistou přírodovědnou gramotnost. Právě proto se v mnoha edukačně vyspělých zemích stále více zaměřují na kurikulum přírodních věd a na tzv. přírodovědnou gramotnost. Dochází ke změnám v tradičních kurikulárních materiálech.

Historicky, vzdělávání v přírodních vědách bylo ve většině edukačně vyspělých zemích zaváděno v polovině 19. století současně s rozvojem těchto věd a jejich tehdejší obsah byl transformován do vzdělávání, které zdůrazňovalo především vědomosti. Nebylo určeno celé populaci, bylo průpravou pro akademická studia.

Dvacáté století v kurikulu rozdělilo přírodu na obsah pro fyziku, chemii, biologii, a geologii. Je přirozené, že průběžně dochází ke změnám, zejména v obsahu přírodovědného vzdělávání.

Ke konci tohoto století je akcentováno interdisciplinární propojení přírodovědných předmětů, moderních technologií a ekonomiky (Latour 1987). Současné výzkumy a odborná literatura (Driver aj., 1996; Newton aj., 1999; Duschl aj. 1999; Chin, Brewer (1993); Gardner 1991; Grandy 1997; Hodson 1990;) jsou více zaměřeny na vyučování a učení se přírodovědným předmětům, na porozumění přírodovědným konceptům, na budování těchto konceptů vzhledem k předchozím zkušenostem a věku studentů, na porozumění přírodě jako celku, na potřebu přírodních věd v každodenním životě a přínos k intelektuálnímu a morálnímu rozvoji studenta jako občana demokratického společenství. Přes mnohé inovativní přístupy (Fensham 1992; Hurd 1998) kurikulum přírodovědných předmětů si ponechává tradiční kořeny z devatenáctého století (Aikenhead 1994, 1996, 1997, 2000; Gross 1997).

V současnosti lze v edukačně vyspělých zemích v kurikulárních dokumentech sledovat změny, směřující k integraci některých celků přírodovědného vzdělávání pro všechny (Project 2061), reflektující přínos studia přírodních věd pro každodenní život studenta a jeho další rozvoj jako jedince v globalizovaném světě, učení se s porozuměním a na základě předchozí zkušenosti. Ve vyučování přírodovědných předmětů se stává dominantní propojení cílů, obsahu, hodnocení, výsledků a netradičních laboratorních aktivit (projekty) s prostorem pro spolupráci, pozorování, zdůvodňování a dalšími aktivitami, vedoucími k zdůraznění role přírodovědného vzdělání v novém tisíciletí. V moderním světě s mnoha produkty přírodních věd se přírodovědná gramotnost stává nezbytnou pro každého jedince (Science for All Americans, 1990, National Science Education Standards, 1996). Každý jedinec potřebuje využívat vědeckých informací k běžným rozhodnutím. Přírodovědné kurikulum se stává důležitým předmětem zájmů a výzkumů v oblasti přírodovědného vzdělávání.

Je skutečností, že některé přírodovědné předměty, zejména pak fyzika a chemie, se u nás v povinném vzdělávání netěší velké oblibě. I pro naši budoucnost v širokém slova smyslu (jak ekonomickou tak i didaktickou) je přírodovědná gramotnost nezbytnou. V současnosti jedním z nejdůležitějších témat školské politiky je kurikulární reforma, umožňující školám vytvářet školní vzdělávací program. Proto tým oborových didaktiků fyziky, chemie a biologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové a pedagogů Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně navrhl projekt **Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání**, který v roce 2005 byl přijat GA ČR. Považovali jsme za vhodné zaměřit se na aplikaci současných pedagogických teorií do oblasti přírodovědného vzdělávání a dosáhnout nejen jeho zkvalitnění, ale také zvýšit zájem o výuku přírodovědných předmětů nejen u žáků, ale také i u budoucích učitelů těchto předmětů.

Vycházeli jsme z těchto předpokladů:

- Interdisciplinární pojetí vědy, ve středu stojí představa světa, který není nezávislý na interpretaci jedinců, kteří v něm žijí.
- Střetá se objektivní skutečnost a subjektivně konstruovaná a interpretovaná skutečnost, v procesu komunikace dochází k jejich spojení.
- Čistě biologické, fyzikální nebo chemické děje neexistují.
- Přirozená konstrukce pojmů v myšlení žáků.
- Postupné utvoření logické struktury znalostí.
- Strategie učení, pochopení a interpretace.

- Vnitřní poznání zakotveno v osobních a sociálních kompetencích žáka.

Cíle projektu

Základním cílem projektu je rozvinout konstruktivistický přístup do oblasti teorie výuky fyziky, chemie a biologie a zvýšit vědecko-výzkumný potenciál příslušných oborových didaktik. Tento základní cíl bude realizován v následujících specifických cílech:

- Rozšířit teoretickou základnu oborových didaktik;
- Přispět k rozvoji didaktiky fyziky, chemie a biologie jako vědy, zejména v metodologické oblasti;
- Zvýšit úroveň pedagogického výzkumu v oborových didaktikách;
- Přispět k obsahové, formální a terminologické kompatibilitě výzkumů v oborových didaktikách s ostatními pedagogickými výzkumy;
- Realizovat pedagogické výzkumy, které budou přispívat ke zvýšení prestiže tohoto výzkumu uvnitř vědeckovýzkumné komunity a budou přispívat ke zkvalitnění výuky přírodovědných předmětů na školách;
- Obohatit nestandardními přístupy ve výzkumu i pedagogiku jako vědu;
- Aplikovat konstruktivismus do odpovídajících oblastí oborových didaktik přírodovědných předmětů;
- Provést pojmovou analýzu obsahu předmětů fyzika, chemie a biologie na základní škole;
- Vymezit základní pojmy integrované výuky přírodovědných předmětů;
- Provést výzkum prekonceptů žáků základní školy ze získané databáze základních pojmů integrované výuky přírodovědných předmětů;
- Charakterizovat sledované koncepty pomocí kognitivní a afektivní dimenze a lokalizovat je v kognitivní mapě žáka;
- Vytvořit model perspektivního didaktického systému integrované výuky fyziky, chemie a biologie na základní škole;
- Specifikovat v tomto systému cíle, obsah, metody a formy výuky a hodnocení výuky;
- Vytvořit databanku jednoduchých pokusů, podporující konstruktivistický přístup a vytvořený didaktický systém integrované výuky fyziky, chemie a biologie na základní škole;
- Provést analýzu možností interdisciplinárních konstrukcí pojmového aparátu v přírodovědném vzdělávání;
- Vytvořit praktické návrhy a podněty pro aplikaci výsledků jednotlivých přístupů ve vzdělávacím procesu a transformaci didaktického projektu ve výukové projekty.

Výstupy projektu

- Teoretická studie Konstruktivismus a výuka přírodovědných předmětů;
- Výzkum vybraných prekonceptů na základní škole;
- Databanka základních pojmů ve výuce přírodovědných předmětů;
- Studie Integrovaný přístup výuky přírodovědných předmětů na základní škole;
- Didaktický systém výuky přírodovědných předmětů na základní škole;
- Soubor podpůrných materiálů pro transformaci didaktického modelu výuky přírodovědných předmětů do praxe;
- Odborné semináře a diskuse (3);
- Prezentace na domácích a zahraničních konferencích (8);
- Publikační činnost (1 monografie, články v časopisech).

Význam projektu pro teorii a praxi vzdělávání přírodovědných předmětů

Navrhovaný výzkum přispěje k objasnění chápání základních pojmů přírodovědných předmětů žáky a k vytvoření základního pojmového aparátu, terminologie a symboliky, umožňujících vytvoření integrovaného didaktického systému. Tento integrovaný model nemá u nás svou tradici. V edukačně vyspělých zemích jsou již dlouhodobě patrné tendence k integraci přírodovědného vzdělání. V mnoha zemích je tento model úspěšně realizován zejména v základním školství. Integrovaný a současně vnitřně koherentní didaktický model přírodních věd odstraní roztržitost poznatků, usnadní jejich transfer i procesy učení. Zvýší porozumění obsahu přírodovědných konceptů, zákonů a teorií a jejich aplikace v moderních technologiích. Vytvoří prostor pro metody výuky podporující samostatnou a tvořivou činnost žáků, zvýší kvalitu a efektivitu výuky. Vytvořený didaktický projekt integrované výuky fyziky, chemie a biologie bude prvním projektem tohoto typu v ČR. S tímto přístupem nejsou u nás žádné zkušenosti. Umožní transformaci v integrované výukové projekty. Reflektuje požadavky učitelů v praxi a usnadní tvorbu školních kurikulárních materiálů. Stejně tak výzkum prekonceptů v oblasti přírodovědných předmětů vědecky posílí oborové didaktiky, umožní nejen vzájemnou propojenost fyziky, chemie a biologie, ale také propojenost s pedagogikou.

Paradigma teorie konstruktivismu začíná stále více pronikat do způsobu uvažování o přírodovědném vzdělávání, což dokumentuje zvýšená publikační činnost zejména v anglosaské a německé literatuře. V naší pedagogické literatuře se již objevují také některé práce, ale v minimálním počtu v oblasti přírodovědného vzdělávání. Vnímání poznání jako konstrukční činnosti se

vztahuje jak na poznávací činnost žáka, stejně jako na učitele přírodovědných předmětů či výzkumníka v oblasti oborových didaktik přírodovědných předmětů.

Základním východiskem je chápání vědeckých představ a představ žáků (prekonceptů) jako rovnocenných zdrojů pro rekonstrukci obsahové struktury. Způsob uplatňování vztahů mezi poznáním žáka a vědeckými pohledy je rozhodujícím faktorem v konstruktivisticky orientovaném přístupu. V tomto přístupu jsou chápány vědecké pozice stejně jako obsahy poznání, které jsou součástí představ každodenního života žáků jako osobní konstrukty příslušných jedinců. Prekoncepty nejsou vnímány jako mylné (miskoncepty) vzhledem k vědeckým konceptům, ale jsou chápány jako rovnocenné zdroje při konstrukci vyučování. Didaktická rekonstrukce těchto prekonceptů vychází ze snahy vytvořit smysluplné vyučování a výzkum učení se v oblasti přírodovědného vzdělávání.

Získávání vědomostí z příslušného přírodovědného předmětu je ovlivňované jednak prekoncepty, se kterými žáci přicházejí na vyučování, ale také jejich sociálními a materiálními podmínkami, v jejichž kontextu se výuka uskutečňuje. Prekoncepty jsou individuálními charakteristikami učícího se jedince a jsou utvářeny všemi dosavadními vlivy a zkušenostmi, které na něho působily. Při jejich utváření hraje roli celá řada aspektů. Jsou to jednak exogenní faktory (sociální, ekonomické, etnické, kulturní aj), a faktory endogenní, vycházející z psychologických a psychosociálních charakteristik každého žáka. Výzkum těchto prekonceptů a změna těchto prekonceptů (concept change) je základem v konstruktivistickém pojetí přírodovědného vzdělávání.

Současný čistě instruktivistický přístup k výuce je charakterizován dominantním postavením učitele, receptivní pasivitou žáků. Vědecké poznatky jsou získávány ve formě, která vylučuje jejich pozdější aplikaci a využití. Žáci neumějí své znalosti použít v konkrétních situacích, protože nedovedou rozpoznat jejich vztah ke skutečnosti. Nedokáží své abstraktní poznatky přenést do reálné situace.

Jednou z možných cest jak získat aktivní vědomosti je konstruktivistický přístup k výuce přírodovědných předmětů. V tomto přístupu je soudobá instruktivní učitelská praxe doplněna vybranými problémy učení prostřednictvím vytvoření vhodného učebního prostředí. Žák nejprve nové vědomosti dává do souvislosti se svými zážitky, svým pohledem na svět. Tento proces je individuální, relativní a nepředvídatelný. Cílem učitele musí být vytvářet obsahově bohaté, komunikativní prostředí, které osloví subjektivní oblast zkušeností a současně obsahuje nové hádanky, které zvou ke kreativní

samoorientaci. Umění učitele spočívá v tom, že předvídá řetězec návazností mezi původní konstrukcí skutečnosti u žáka a vědeckými poznatky, které žák pojímá jako stav očekávaného rozporu a řeší a překonává cestou pokusů a omylů. V prostředí stojí individuuum se subjektivním rozsahem znalostí a zkušeností.

Při vytváření modelů výuky je třeba vycházet z toho, že vědění není uzavřené, vytváří se – konstruuje se individuálně a v rámci sociálních vztahů. Učení je aktivní proces, uskutečňuje se v mnohadimenzionálních vztazích. Z tohoto pohledu je vyučovací proces v první řadě otázkou konstrukce, učící se jedinci vystupují jako spolutvořitelé učebního procesu. Vycházíme vždy z existující znalostní konstrukce. Při samostatném rozvíjení je funkcí učitele vést subjekt k tomu, aby dal pozor na nekritické převzetí již existujících konstrukcí, které je dáno snadnou dostupností a přenosem znalostí. Cílem je učení, které je vždy konstruktivní, cílem vyučování musí být umožnit žákům vytvářet konstrukce. Jedná se o individuální výstavbu mnohotvárných vztahů, které ve své síti vytvoří strukturu vědění, která najde uplatnění v dalších souvislostech, sociálních kontaktech.

Současný stav řešení projektu

Jsme teprve na počátku řešení projektu. Samozřejmě, hodláme využít všech prací, které byly publikovány v poslední době u nás i v zahraničí. Máme zpracovaný přehled bibliografie od roku 1990, který je připraven do tisku. V naší literatuře lze najít celou řadu prací, týkajících se výzkumu zejména prekonceptů (např. práce pražských kolegů, práce pracoviště v Ústí nad Labem a Plzni) či mezipředmětových vztahů (brněnské pracoviště). Při koncipování integrovaného projektu přírodovědných předmětů hodláme vycházet z konstruktivismu, který je v české literatuře nedostatečně prezentován. Proto zejména tým spolupracovníků pracuje na monografii Konstruktivismus a výuka přírodovědných předmětů, která bude vydána tiskem v listopadu tohoto roku. Výzkum prekonceptů je připraven a bude realizován v průběhu tohoto školního roku v olomouckém a královéhradeckém regionu. Nejproblematictější se jeví návrh integrovaného projektu přírodovědných předmětů a následná koncepce počáteční přípravy učitelů a probovaných pro tuto výuku přírodovědných předmětů. Prvotní úvahy nás vedly k vymezení následných integrovaných celků:

Základní charakteristika přírodních věd

- Vědecký obraz světa
- Vědecké bádání

- Vědecké aktivity
- Komunikace ve vědě
- Etika a věda
- Technika a věda
- Vztah techniky a technologií, Technologie ve prospěch člověka
- Zásadní problémy techniky (Interakce techniky a společnosti, Rozhodování o využití technologie)

Neživá příroda

- Vesmír (Gravitace, Sluneční soustava, Hvězdy, Galaxie a vesmír)
- Struktura hmoty (Atomy a molekuly, Zachování hmoty, Skupenství, Hustota, Rozpustnost, Chemické reakce, Reakce vedoucí k tvorbě sloučenin nezbytných pro život)
- Pohyb (Zákony pohybu, Síla a pohyb, Vlny)
- Transfer energie (Teplota, Světlo, Elektrický proud, Zákony zachování, Šíření tepla, Interakce světla a hmoty, Nukleární reakce, Sluneční energie, Zářen)

Životní prostředí

- Struktura a funkce v živých systémech (Živé systémy demonstrují komplementaritu struktury a funkce, Organizační struktury- zahrnují buňky, orgány, organismy a ekosystémy, Rozmanitost života)
- Dědičnost (DNA a dědičná charakteristika, Reprodukce a dědičnost, Varianty v dědičné charakteristice)
- Buňky (Funkce buňky, Buňky a orgány)
- Populace a ekosystémy (Transport hmoty a energie v ekosystémech)
- Evoluce života (Regulace a chování, Biologická evoluce, Přirozený výběr)

Lidský organismus

- Lidská identita
- Vývoj lidstva
- Základní funkce
- Zdraví (Choroby, Udržení kvality života)
- Duševní zdraví (Stres, Dagnóza a léčení duševních chorob, Alkoholismus, Drogy)

Společnost

- Sociální chování
- Skupinové chování

- Sociální změny
- Politické a ekonomické systémy
- Sociální konflikty
- Globalizace

Možnosti přírodních věd

- Projektování světa (Identifikace problémů, Řešení a implementace projektu, Evaluace navrhovaného technologického projektu nebo produktu, Komunikace o projektu či procesu)
- Zemědělství
- Materiály a výroba
- Využití energetických zdrojů
- Komunikace
- Informační a komunikační technologie
- Zdravotnická technika

Dějiny přírodních věd

- Historické mezníky
- Relativnost hmoty, energie, času a prostoru
- Dilatace času
- Objev atomu
- Vysvětlení rozmanitosti života
- Objev mikroorganismů
- Ničivé živly
- Významní nositelé pokroku v přírodních vědách
- Objevy přírodních věd a pokroky lidstva

Společná témata

- Systémy
- Modely
- Konstanty a proměnné
- Stupnice

Způsoby myšlení

- Hodnoty, postoje, kompetence
- Výpočty a odhady
- Manipulace a pozorování
- Komunikace
- Myšlení a učení

Výše uvedené celky jsou skutečně jen prvotním návrhem. Důležitými aspekty, které bude nutné respektovat, budou zejména výsledky výzkumu prekonceptů a diskuse s kolegy z ostatních pracovišť a zkušenými učiteli z praxe (v projektu počítáme se 3 semináři). Vytvořené celky budou pak prolínat všemi ročníky druhého stupně základní školy a mohou je využít i učitelé při výuce zejména na středních odborných školách. Navrhovaný model neznamená a také nepředpokládá masové zavádění do výuky na základních školách, ale je alternativou, možností a pomocí pro učitele, kteří se zajímají o využití integrované výuky přírodovědných předmětů ve školním vzdělávacím programu.

Závěr

Jsmo si plně vědomi, že projekt je na počátku řešení, příliš toho nebylo realizováno, ale tuto prezentaci lze chápat především jako informaci a výzvu ke spolupráci, i když jeden z výstupů-integrovaný projekt výuky přírodovědných předmětů v kontextu našich tradic a myšlení může být značně diskutabilní a problematický. O to důležitější je pro náš tým spolupráce s Vámi, představiteli české didaktiky, učiteli a všemi, kdo mají zájem o prezentovaný projekt.

Literatura

- Aikenhead, G. S. *The social contract of science: implications for teaching science*. In: Solomon, J., Aikenhead, G. S.(eds): STS Education: International perspective on Reform. New York: Teacher College Press, 1994.
- Aikenhead, G. S. *Science education: border crossing into the subculture of science*. Studies in Science Education, 27, 1996, s. 1-52.
- Aikenhead, G. S. *Toward a First Nations Cross-cultural Science and Technology Curriculum*. Science Education, 81, 1997, s. 217-38.
- Aikenhead, G. S. *Cross-cultural science and technology units project*. <http://capes.usask.ca/ccstu>.
- Cross, R. *Ideology and science teaching: teachers' discourse*. International Journal of Science Education, 19, 1997, s. 607-16.
- Chinn, C., Brewer, W. *The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction*. Review of Educational Research, 63, 1993, s. 1-50.
- Driver, R., Leach, J., Miller, R., Scott, P. *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press, 1996.

- Duschl, R., Deak, G., Ellenbogen, K., Molton, D. *Developmental and educational perspectives on theory change: to have and hold, or to have and hone?* Science & Education, 8, 1999, s. 525-41.
- Fensham, P.J. *Science and technology*. In: Jackson, P.W. (ed) Handbook of Research on Curriculum. New York: Macmillan, 1992.
- Gardner, H. *The Unschooled Mind: How Children Think and How School Should Teach*. New York: Basic Books, 1991.
- Grandy, R. *Constructivism and objectivity: disentangling metaphysics from pedagogy*. Science and Education, 6, 1997, s. 43-53.
- Hodson, D. *A critical look at practical work in school science*. School Science Review, 70, 1990, s. 33-40.
- Hurd, P. *Inventing Science Education for the New Millennium*. New York: Teachers College Press, 1998.
- National Science Education Standards*. National Research Council. 3. vydání. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 262 s. ISBN 0-309-05326-9.
- Newton, P., Driver, P., Osborne, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. International Journal of Science Education, 21, 1999, s. 553-76.
- Science for All Americans*. American Association for the Advancement of Science. 2. vydání. New York: Oxford University Press, 1990. 272 s. ISBN 0-19-506771-1.
- Sjoberg, S. *Interesting all children in „science for all“*. In: Miller, R., Leach, J., Osborne, J. (eds): Improving Science Education. Buckingham: Open University Press, 2000, s. 165-178.