

Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání

Jiří Škoda, Pavel Doulík

Abstrakt: Příspěvek mapuje období přibližně 250 let vývoje přírodovědného vzdělávání a jeho paradigmat zejména v českých zemích. Tento vývoj je však zasazován do širšího globálního kontextu. Charakterizovány jsou jednotlivé etapy vývoje přírodovědného vzdělávání a jejich signifikantní znaky od doby tereziánských školských reforem až po současnost. Příspěvek se dále věnuje základním úkolům, cílům a výzvám přírodovědného vzdělávání na prahu 21. století. Autoři v příspěvku vymezují komplexní témata přírodovědného vzdělávání: globální ekologické otázky a problémy, vzájemné vztahy mezi vědou, technikou a společností, klíčové pojmy a stěžejní témata přírodovědného vzdělávání, interdisciplinární myšlení. V souvislosti s celosvětovými trendy v řízení kurikula se rovněž zvyšuje autonomie učitelů přírodovědných předmětů a s ní i jejich odpovědnost. Nejdůležitější vybrané problémy tohoto tématu jsou v článku diskutovány a autoři se snaží hledat jejich optimální řešení.

Klíčová slova: přírodovědné vzdělávání, historický vývoj, multidisciplinarita, kurikulum, cíle přírodovědného vzdělávání, paradigmat přírodovědného vzdělávání

Abstract: This article surveys the period of approximately 250 years of science education development and science education paradigms of the Czech lands. This particular development is also viewed in its larger global context. Individual stages of science education development are described along with their significant features in the systems of schooling from the times of school reformation which started during the reign of Empress Maria Theresia up to the present day. The paper deals with basic functioning, objectives and challenges of science education at the threshold of the 21st century. The authors define complex issues of science education: global environmental issues and problems, interrelation of science, technology and society, key concepts and crucial issues of science education along with inter-disciplinary thinking. Due to global trends in curricula management, the autonomy of science teachers rises as does the amount of their responsibility. The most important selected issues are discussed within the article and the authors attempt to seek optimum solution.

Key words: science education, multi-disciplinary, historical development, curriculum, science education purposes, science education paradigm

Úvod

Mnoho přírodovědců a filozofů se snažilo definovat smysl či význam přírodních věd samostatně i v širším kontextu lidského vědění jako celku. Zde jsou uvedeny některé z těchto definic (Duschl, 1990):

- Cílem všech věd je koordinovat naše zkušenosti a vnést je do logického systému. (A. Einstein)
- Úkolem přírodních věd je rozšířit řadu našich zkušeností a redukovat množství domněnek. (N. Bohr)
- Věda je složená z faktů tak jako dům z kamenů. Ale pouhá sbírka faktů není věda, stejně tak jako hromada kamení není dům. (H. Poincaré)
- Věda je pátrání po poznání. Nikoliv poznání samotné. (D. Roller)

Uvedené výroky v mnohém předznamenávají i cíle a východiska přírodovědného vzdělávání (především výrok Rollerův) a lze od nich odvodit i řadu aktuálních a moderních trendů v soudobém přírodovědném vzdělávání. Tyto trendy, které budou dále v článku diskutovány, se však neobjevily náhodou. Jsou výsledkem více než 250 let trvající historie systematického přírodovědného vzdělávání. Během této historie prodělávalo přírodovědné vzdělávání v kontextu tehdejších vzdělávacích paradigmat a kurikulárních akcentů období bouřlivého rozvoje stejně jako období útlumu. Celá tato čtvrt tisíciletí trvající éra přírodovědného vzdělávání je poznamenána hledáním samotného smyslu, zaměření a paradigmat tohoto segmentu vzdělávání. Samotný pojem paradigma není dosud v přírodovědných didaktikách plně stabilizován. V tomto článku pod pojmem paradigma přírodovědného vzdělávání chápeme souhrn základních předpokladů, přístupů, obsahů, cílů a prostředků, jimiž je přírodovědné poznání dané doby transformováno do edukační reality.

Cílem tohoto článku je jednotlivé vývojové etapy přírodovědného vzdělávání představit, podat jejich stručnou charakteristiku a na základě historického vývoje paradigmat formulovat současné trendy a směřování přírodovědného vzdělávání.

Paradigma prakticistního zaměření přírodovědného vzdělávání

V globálním kontextu je možné uvažovat přibližně o 350 let trvající historii přírodovědného vzdělávání. Jeho rozvoj je úzce spjat s vývojem vědeckých metod v přírodních vědách, který je spojen se jmény Galileia Galileiho a Francise Bacona. Ve svém díle *Philosophiae Naturalis Principia Mathe-*

matica formuloval Isaac Newton tzv. čtyři pravidla usuzování, která se stala základem pro systematický rozvoj přírodovědného poznání a postupné konstituování jednotlivých přírodovědných disciplín. Přírodovědné vzdělávání však zprvu nebylo systematické. K prvním pokusům o systematické přírodovědné vzdělávání došlo až přibližně o 100 let později. V českých zemích bylo například kodifikováno roku 1774, kdy byl vydán tzv. Felbigerův zákon – Všeobecný školní řád (*Allgemeine Schulordnung*) pro německé normální, hlavní a triviální školy ve všech císařsko-královských dědičných zemích. Tímto řádem byly zřízeny školy triviální (tříleté), školy hlavní (tří- až čtyřleté) a školy normální, které připravovaly žáky na pětiletá gymnázia. Na těchto školách se z pohledu přírodních věd vyučovala pouze matematika, geometrie a přírodopis. Předmět měl ale výrazně praktické zaměření, především ve vztahu k zemědělským pracím, řemeslům a vojenským aplikacím. Žáci nebyli dosud vedeni ke zkoumání přírodních jevů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání. Ke změně paradigmatu přírodovědného vzdělávání nedošlo ani se vznikem univerzálních průmyslových škol (tzv. reálek) ve 30. letech 19. století. Přírodovědné předměty se vyučovaly pouze popisným způsobem, získané poznatky sloužily žákům především pro praxi budoucích obchodníků či řemeslníků. Přírodovědné vzdělávání bylo tedy redukováno na jakési zbožiznalství. V roce 1849 došlo na základě Exnerovy-Bönitzy reformy k výraznému posílení výuky přírodních věd na středních školách, zejména na reálkách, které s sebou přineslo i rozvoj česky psaných učebnic. Jednalo se však o díla obvykle pouze popisná, nesystematická, v nichž bylo jen velmi málo pozornosti věnováno teoretickým poznatkům (Hellberg, 1978).

Přibližně ve 2. polovině 19. století se začínají projevovat výrazné diference mezi rozvojem přírodních věd a přírodovědným vzděláváním. Podle Rotblata (1999) je hlavní příčinou tohoto jevu skutečnost, že poznatky přírodních věd začínají prostřednictvím technologických aplikací výrazně ovlivňovat kvalitu života příslušníků tehdejší společnosti (např. zavedení parních strojů, rozvoj železnice, elektrifikace, vynález telefonu či spalovacího motoru, rozšíření fotografie, filmu, vynález gramofonu atd.). Zároveň dochází k prudkému rozvoji teoretických poznatků v oblasti přírodních věd. Stoupají tak nároky společnosti na kvantitu i kvalitu přírodovědného (a technického) vzdělávání a tradiční prakticistní paradigma již přestává být schopno tyto nároky saturovat. V poslední čtvrtině 19. století je dosavadní prakticistní paradigma nahrazováno modernějšími přístupy. V roce 1869 vstoupil pro české země v platnost Základní školský zákon (tzv. Hasnerův zákon), zavá-

dějící povinnou osmiletou školní docházku. Tento zákon umožnil kromě škol obecných také vznik měšťanských škol, kde se mj. vyučovala aritmetika, geometrie, přírodopis a 4 hodiny týdně byly věnovány rovněž přírodopisu, jehož součástí byla výuka poznatků z oblasti fyziky i chemie, ale i technické výchovy, mineralogie, geologie apod. Tato výuka byla ještě popisná a prakticky zaměřená, přesto již docházelo k výraznějším změnám v oblasti obsahu vzdělávání, zejména z kvantitativního hlediska. Na úrovni středních škol se však již jako důsledek postupné změny paradigmatu přírodovědného vzdělávání v mnohem větší míře objevovaly teoretické poznatky a snaha po systematizaci. Poměrně vysoká byla v této době již i metodická úroveň zpracování učebnic, jejímiž autory byli převážně učitelé působící na daném typu škol (Čtrnáctová a Banýr, 1997).

Primárním cílem prakticistního paradigmatu přírodovědného vzdělávání bylo vytvořit kompetence potřebné pro praktický život jedince v tehdejší společnosti. Současně s tím však nevyhnutelně docházelo k postupnému oslabování vlivu striktních náboženských dogmat, a to jak na utváření poznatkového systému jednotlivých žáků, tak i na myšlení celé společnosti. Tento vývoj vyústil ve vznik filozofie pozitivismu (např. A. Comte, H. Spencer, L. Feuerbach, E. Mach) hlásající požadavek pevného spojení filozofie s přírodními vědami.

Na přelomu 19. a 20. století a na počátku 20. století bylo přírodovědné vzdělávání nuceno reagovat na tři mohutné vlivy:

1. Rozvoj tzv. druhé průmyslové (vědecko-technické) revoluce, jejíž vznik byl jasně patrný již v 2. polovině 19. století. Tato revoluce přinesla úzké propojení vědy a techniky s velkým důrazem na vědu.
2. Největší změna teoretických paradigmat přírodních věd od dob Isaaca Newtona související především se vznikem kvantové teorie (M. Planck), obecné a speciální teorie relativity (A. Einstein), objevem radioaktivity (H. Becquerel, M. Curie-Sklodovská, E. Rutherford). Tato změna paradigmat přinesla zcela jiný pohled na strukturu hmoty a ovlivnila především další vývoj fyziky a chemie.
3. Vznik hnutí pedagogického reformismu, který vychází z Tolstého volné školy, Rousseauova pojetí přirozené výchovy a především z Deweyových a Spencerových názorů na nutnost praktického a pro život připravujícího vzdělávání. Reformisté preferují individuální výchovné a vzdělávací cíle, aktivitu jedince, maximální přiměřenost a pedocentrický přístup.

Tyto vlivy měly rozhodující podíl na vzniku moderního přírodovědného

vzdělávání. Začínají se formulovat základy přírodovědného kurikula, základy metod vědeckého zkoumání přírody, jsou formulovány celospolečenské cíle přírodovědného vzdělávání. Toto období trvalo přibližně do první třetiny 20. století. Podle Hassarda (1995) se na úrovni základního vzdělávání v té době uplatňovala dvě odlišná paradigmatu přírodovědného vzdělávání. Lze je označit jako studium přírody (*natur study*) a elementární přírodověda (*elementary science*).

Paradigma přírodovědného vzdělávání jako studia přírody

Toto paradigma bylo ovlivněno především vznikem reformních pedagogických proudů. Podle de Boera (1991) bylo paidotropicky orientováno a jeho hlavním cílem bylo vytvořit u žáků pozitivní vztah k přírodě. Vzdělávací obsah byl soustředěn na studium rostlin a živočichů, důraz byl kladen především na poznávání místního okolí. Studium přírody mělo výrazně interdisciplinární charakter a bylo založeno především na individuální zkušenosti žáků. Podmínkou vzdělávání byl vlastní prožitek žáků, který vycházel převážně z konkrétních nebo modelově navozených situací při osvojování potřebných dovedností. Velký význam pro úspěch edukačního procesu byl přikládán osobnímu příkladu učitele. Teoretické poznatky byly předávány v redukované a velmi zjednodušené podobě a v podstatě nereflektovaly rozvoj teoretických poznatků přírodních věd.

Dominujícím přístupem v přírodovědném vzdělávání bylo toto paradigma zejména v období před 1. světovou válkou. Určitou renesancí prodělalo v 60. letech minulého století především v angloamerickém prostoru. Některé prvky tohoto přístupu persistují ve školním vzdělávání dodnes. Svým zaměřením se mu přibližují části vzdělávacího obsahu vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět v RVP ZV určené pro žáky na 1. stupni základních škol.

Toto paradigma je možné chápat pouze jako přechodové. Postupně se z něj vyvinulo pragmatiké paradigma přírodovědného vzdělávání, jehož význam byl již mnohem větší.

Paradigma přírodovědného vzdělávání jako elementární přírodovědy

Alternativním přístupem v přírodovědném vzdělávání bylo paradigma elementární přírodovědy. Toto paradigma se opírá především o rozvoj přírodních věd, zejména jejich teoretických poznatků. Elementární přírodověda byla dle deBoera (1991) koncipována jako souvislý program napříč celým

základním vzděláváním a byla zaměřena na vývoj porozumění významným myšlenkám a teoriím přírodních věd. Na rozdíl od výše uvedeného paradigmatu zde byla vlastní zkušenost a vlastní aktivita žáků potlačována ve prospěch pochopení již objeveného a přijetí určených generalizací. Patrně v rámci tohoto paradigmatu začaly vznikat některé prvky v přírodovědném vzdělávání, z dnešního pohledu nežádoucí, které se následně plně rozvinuly v rámci paradigmatu scientistického. Potlačením činnostního a badatelského charakteru výuky ve prospěch přejímání teoretických poznatků docházelo ke snížení porozumění zákonitostem přírodních procesů u žáků. To vedlo postupně k tomu, že žáci přestávali chápat přírodovědné poznatky jako užitečné pro praktický život. Zde je možné patrně hledat prvotní příčiny současné neoblíbenosti přírodovědných předmětů.

Toto paradigma je v přírodovědném vzdělávání rovněž první, které vedlo k výrazné a nevyvážené preferenci kognitivních cílů. Jeho hlavní význam však spočívá v akcentaci teoretických poznatků přírodních věd a v rozsáhlejší používání matematického aparátu, což přispívá k rozvoji abstraktního myšlení. Paradigma elementární přírodovědy přetrvávalo až do 50. let minulého století souběžně s pragmaticky orientovaným paradigmatem. Mohutný technologický rozvoj urychlený 2. světovou válkou si následně vynutil další změnu paradigmatu přírodovědného vzdělávání.

Pragmatické paradigma přírodovědného vzdělávání

Toto paradigma navazuje přibližně od 20. let 20. století bezprostředně na paradigma studia přírody. Jeho konstituování souvisí s rozvojem filozofie pragmatismu. Pragmatismus navazuje na empirické a pozitivistické tradice. Jeho formování ovlivnila také behaviorální psychologie a Darwinova evoluční teorie. V pedagogické oblasti byly pragmatismem nejvíce určovány koncepce J. Deweye. Pragmatická pedagogika se obrací k přírodním vědám, které jsou však chápány jako (pouhé) nástroje pokroku. Stejně tak vzdělání, věda, výroba či samotné myšlenky mají pouze instrumentální hodnotu (Störig, 1993). Pragmatická pedagogika je výrazně pedocentrická. Dítě představuje v pedagogice „slunce“, okolo kterého se má soustředit celý pedagogický proces. Velký význam je přikládán zkušenosti („není důležité mít znalosti, ale je třeba ovládat metody.“ nebo známé „learning by doing“). Důsledkem tohoto přístupu je podcenění obsahu vzdělávání a přecenění významu pracovní činnosti ve výuce.

Svým důrazem na metody však pragmatická pedagogika vnesla podstat-

nou změnu i do oblasti přírodovědného vzdělávání. Jeho těžiště se pod vlivem pragmatismu přesouvalo od vyučování faktům směrem k metodám systematické vědecké práce – pozorování, experimentování, formulaci a ověřování hypotéz. Začaly se ve větší míře objevovat snahy zahrnout do přírodovědného vzdělávání takové problémy, které by souvisely s běžným životem žáka a přitom mu umožnily použít metody vědecké práce.

Ve 20. a 30. letech 20. století vznikala řada alternativních či přesněji reformních škol. U nás to byla např. Pokusná škola v Praze Nuslích pod vedením ředitelky Marie Kühnelové, Komenium v Praze Michli pod vedením Jaroslava Nikla nebo Pokusné obecné a měšťanské školy ve Zlíně. Reformní pedagogické hnutí 20. let 20. století je u nás spojeno se jmény B. Hrejsová, F. Mužík, S. Sula, A. Kavka, A. Süssová, E. Štorch, L. Pek aj. Hnutí 30. let pak se jmény V. Příhoda, O. Chlup, J. Uher, M. Dismann, S. Vrána aj. V těchto reformních školách bylo přírodovědné vzdělávání v duchu pragmatismu chápáno především jako příležitost vytvořit u žáků praktické zkušenosti s přírodními jevy. Na přírodovědné vzdělávání bylo pohlíženo jako na součást komplexního rozvoje osobnosti žáka. Většinou ale nebylo právě v centru pozornosti reformních škol. Určitým impulsem pro větší rozvoj přírodovědného vzdělávání bylo zavedení projektové výuky do škol. Jak uvádějí Bastian, Gudjons a Schnack (2001), činnosti žáků v průběhu řešení projektů nezávadně vyžadovaly použití metod vědecké práce, čímž si žáci tyto metody postupně osvojovali a na základě zkušenosti si ozřejmili i jejich praktický význam.

Polytechnické paradigma přírodovědného vzdělávání

Polytechnické paradigma se v přírodovědném vzdělávání začalo výrazně prosazovat od konce 2. světové války a ovlivňovalo tento segment vzdělávání až do poloviny 70. let 20. století. Některými autory bývá označováno jako zlatý věk přírodovědného vzdělávání (Duschl, 1990). (Toto označení je však třeba chápat zejména ve vztahu k rozsahu učiva a pozornosti, která byla přírodovědnému vzdělávání věnována. Z pohledu žáků se patrně o žádný „zlatý věk“ nejednalo.) Tuto éru předznamenal do té doby bezprecedentní pokrok ve vědě a technice, který byl katalyzován jednak 2. světovou válkou a jednak počátkem a gradací tzv. studené války. Rozvoj vědy a technických možností se stával bezprostředně otázkou samotného přežití. Masivní nástup techniky a technologií poznamenal i přírodovědné vzdělávání, které získalo výraznější polytechnický charakter. Tento trend se více projevoval

v zemích tzv. sovětského bloku, ale vliv tohoto paradigmatu byl zřetelný i v přírodovědném vzdělávání v západních zemích.

Přímo revolučním impulsem pro rozvoj přírodovědného vzdělávání na obou stranách železné opony bylo vypuštění prvního sovětského Sputniku v roce 1957 a odstartování závodů v dobývání kosmu, stejně jako technologický rozkvět s těmito závody související, který v historii neměl obdoby. Zjednodušeně by se tento vývoj dal popsat sérií stupňů: atomový věk, věk automatizace, kosmický věk a počítačový věk. DeHart Hurd (2002) hovoří doslova o tom, že v západním vzdělávání vytvořil Sputnik I intelektuální klima, které zasáhlo přírodovědné vzdělávání až na elementární úrovni, projevilo se v učebnicích a dalších didaktických materiálech, přineslo změnu přípravy učitelů a jejich dalšího vzdělávání, výrazným způsobem se odrazilo i v kurikulárních dokumentech. Dosavadní pedocentricky orientované pragmatické paradigma přírodovědného vzdělávání, které dosud v anglosaských zemích doznívalo, bylo radikálně ukončeno a nahrazeno výrazně logotropickým polytechnickým paradigmatem opírajícím se ve výuce především o experimentální poznatky tradičních vědních disciplín. (V našich zemích bylo ukončení předválečných reformně pedagogických pokusů i legislativně podpořeno, a sice zákonem č. 95/1948 Sb., o základní úpravě jednotného školství.) Došlo i k výrazné proměně cílů přírodovědného vzdělávání. Ty se odvíjely rovněž přímo z vědeckých disciplín jako takových a ignorovaly sociální problémy, problémy běžného života či individuální potřeby jednotlivce. Výrazně byly preferovány kognitivní cíle.

Charakteristickým rysem tohoto období je skutečnost, že vzdělávací obsah v rámci přírodovědného vzdělávání nebyl vybírán za účelem uspokojit potřeby dítěte, jako tomu bylo v minulosti, ale byl generován přímo jednotlivými vědeckými disciplínami (fyzika, chemie, biologie). Větší důraz začal být kladen na vědecké koncepty, teorie a zákonitosti. Experimentování, pozorování, komparace, odvozování a další postupy vědecké práce byly prezentovány jako jediná cesta k poznání vůbec. Jejich aplikace do reálného edukačního procesu však byla problematická a spíše rozpačitá. V rámci polytechnického paradigmatu přírodovědného vzdělávání byly snahy především o rychlý transport co největšího množství poznatků vědy do učebnic a o jejich rychlé osvojení žáky. Prakticky vůbec však nebyla věnována pozornost způsobům, jakými si žáci budou poznatky osvojovat. Učitel vystupoval jako mentor, který předává a zprostředkovává vědecké poznání žákům, aniž by se zajímal o způsob vytváření individuálního poznání u žáků a facilitaci tohoto procesu. Výuka přírodovědných předmětů byla pro žáky náročná a značně

je zatěžovala, neboť byli vedeni k osvojování velkého množství faktů, aniž by byl kladen stejný důraz i na pochopení učiva. Ve výuce přírodovědných předmětů se rozvíjel především transmisivně instruktivní model řízení učební činnosti žáků.

V 70. letech 20. století se polytechnické paradigma přírodovědného vzdělávání hlavně v anglosaském prostoru, kde nikdy nemělo příliš silnou pozici, postupně vyčerpalo. Podobný vývoj však bylo možné pozorovat i v zemích sovětského bloku. Oslabování polytechnického paradigmatu ve vzdělávání pravděpodobně souviselo i s uvolněním mezinárodního napětí, ke kterému na počátku 70. let došlo díky komplexu jednání SALT I mezi tehdejšími supervelmocemi USA a SSSR. V této době také docházelo ke společenským změnám souvisejícím s posunem struktury zaměstnání směrem k veřejnému sektoru, službám a zábavě v nejšířším slova smyslu a k potřebě kulturně, právně, ekonomicky, ekologicky a jinak sociálněvědně interpretovat skutečnost. Rozvoj společenských věd v tomto období se výrazněji promítl i do edukačního prostředí a v podstatě ukončil onen zlatý věk přírodovědného vzdělávání. Polytechnické paradigma bylo postupně nahrazeno paradigma-tem humanistickým, které se rozvíjelo především v angloamerických zemích, a paradigma-tem scientistickým, které ovlivňovalo hlavně země sovětského bloku a některé západní evropské země.

Humanistické paradigma přírodovědného vzdělávání

Impulsem pro změnu paradigmatu přírodovědného vzdělávání (ale nejen jeho) se stal vznik humanistické psychologie spojený se jmény C. Rogers a A. Maslow. Člověk (žák) je z hlediska humanistické psychologie chápán jako svobodný tvor, který život utváří sám svými vlastními volbami, za které je zodpovědný. Důraz se kladl mj. na rozvoj tvořivosti.

Humanistické paradigma ve vzdělávání bylo v té době formováno i silnými náboženskými vlivy. Polemiku vyvolávaly zejména přírodovědecké myšlenky a koncepty, které se dotýkaly víry, náboženství, hodnot a morálního profilu člověka i celé společnosti, jako byly například otázky týkající se lidské sexuality a reprodukce, regulace porodnosti, kritika Darwinovy evoluční teorie, vznik kreacionistických teorií opírajících se o biblické pojetí stvoření světa atd. Ani kreacionisté však neodmítali přírodovědné vzdělávání jako takové. Mělo však poskytovat alternativní pohledy na daná témata a nechat žáky, aby si sami zhodnotili poskytnuté informace a vytvořili si svůj vlastní postoj (Lawson a Worsnop, 1992). V učebnicích se začal objevovat názor, že

vědecké poznání nemůže odpovědět na všechny otázky o původu a že evoluce je pouze jedna z teorií, nikoliv fakt. Základní přírodovědné vzdělávání se řídilo myšlenkou „zpět k základům“ (*back-to basic*). Přírodovědné vzdělávání ztratilo svoji prioritu, kterou mělo v kurikulu v 60. letech 20. století. Došlo k poměrně radikálnímu snižování rozsahu přírodovědně orientovaného učiva. Školní vzdělávání se věnovalo především vytváření základních dovedností z oblasti čtení, matematiky a komunikace (Hassard, 1999). Kritici však upozorňovali, že základní vzdělání pro 21. století musí zahrnovat i schopnost řešení problémů, přírodovědnou a technickou gramotnost. Od 80. let 20. století k tomu začala přistupovat i počítačová gramotnost.

Na konci 80. let 20. století se humanistické paradigma (ale stejně tak souběžně se uplatňující scientistické paradigma) v přírodovědném vzdělávání stávalo postupně překonaným a nevyhovujícím. Přírodovědné vzdělávání pod vlivem humanistického paradigmatu trpí nesystematičností, útržkovitostí, nízkou mírou zobecnění a nízkou úrovní abstrakce. Důrazem na zkušenost žáka dochází k nedocení vědeckých poznatků nashromážděných lidstvem v průběhu jeho vývoje a ke snížení schopnosti žáků s těmito poznatky kriticky pracovat a využívat jich pro řešení praktických problémů. Orientace na učícího se jedince a jeho potřeby vedla ke snižování nároků na žáky, což se v 80. letech 20. století v souvislosti s bouřlivým rozvojem informačních technologií a vůbec informatizace celé společnosti stávalo nevyhovujícím, ba přímo kontraproduktivním. V konečném důsledku vedla tato orientace k degradaci kognitivního úsilí žáků.

Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání

Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání představuje v porovnání s humanistickým paradigmatem spíše konzervativní proud, který v mnohem větší míře navazuje na dosavadní paradigma polytechnické. U nás se tento přístup začal uplatňovat v souvislosti s přijetím dokumentu „Další rozvoj československé výchovně-vzdělávací soustavy“ v roce 1976, který s sebou přinášel i vypracování nových učebních osnov a zavádění nových učebnic. Scientistické paradigma prosazuje v přírodovědných předmětech vysokou míru abstrakce, zevšeobecnění, matematizace a atomizace. Tyto atributy vycházejí z koncepce tzv. rozvíjejícího vyučování L. V. Zankova (1975), která výrazně poznamenala zejména výuku přírodovědných předmětů. Zankovův systém didaktických principů obsahuje princip vedoucí úlohy teoretických poznatků a princip obtížnosti. Princip vysoké obtížnosti vyučování

zabezpečuje podle Zankova rozvíjející účinek vyučování. Může se však realizovat jen tak, že základem vyučování budou teoretické poznatky. V teoretických poznatcích se totiž odráží svět obsažený ve společenské praxi jako jednotně souvislý celek a nikoliv jako suma jednotlivých dílčích částí. Teoretické poznatky umožňují postup vyučování rychlým tempem (viz Skalková, Sýkora a Ducháčková, 1980). Pod vlivem paradigmatu rozvíjejícího vyučování získala výuka přírodovědných předmětů tyto charakteristiky:

- Řídí se striktními osnovami.
- Je hromadná, používají se převážně transmisivně instruktivní vzdělávací postupy.
- Je orientována téměř výhradně na dosahování kognitivních cílů.
- Relativně úspěšná je utilitaristická učební strategie, tj. orientace na dosažení akceptovatelných známek, nikoliv na pochopení problémů.
- Pojetí učení žáků je chápáno v podstatě jako uniformní. Individuální diferenciací je velmi hrubá, omezuje se v podstatě na kategorie „podprůměrný“, „průměrný“ a „nadprůměrný“. Na individuální charakteristiky a potřeby žáků není brán zřetel.
- Převažujícími prameny poznání (zdroje informací) jsou především mluvené slovo učitele a nestructurované učební texty.

Je však třeba zdůraznit, že tyto zmiňované charakteristiky tradiční scientisticky orientované výuky, které se v praxi velmi často objevují, však v souladu s teoretickými principy rozvíjejícího vyučování nejsou. Jedním ze Zankovových didaktických principů byl totiž i princip zabezpečení rozvoje všech žáků, který měl být realizován individualizací a diferenciací. Tradiční scientistický model vyučování však v praxi tento princip nerespektoval.

Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání přineslo do škol vysokou míru obtížnosti přírodovědných předmětů a vysokou míru abstrakce, která byla uplatňována již v průběhu nižšího sekundárního stupně vzdělávání. Dozrávání kognitivních funkcí dítěte daného věku však ještě není na takové úrovni, aby mohli žáci s takovou mírou abstrakce smysluplně pracovat. To vede k mechanickému učení faktů bez bližšího pochopení souvislostí. Na úrovni vyššího sekundárního stupně vzdělávání se zejména na gymnáziích setkáváme s rozsahem učiva, který není adekvátní ani časové dotaci přidělené pro výuku přírodovědných předmětů, ani rozvoji úrovně myšlenkových operací žáků. Například Young (1997) uvádí, že v průběhu studia biologie na čtyřletém gymnáziu si žáci musí osvojit více než 2 000 nových pojmů – více než při studiu cizího jazyka! Tato „předimenzovanost“ osnov

přetrvává do určité míry v gymnaziálním kurikulu přírodovědných předmětů dodnes. Scientistické paradigma se výrazně podepsalo na neoblíbenosti přírodovědných předmětů a na jejich chápání jako zbytečných pro praktický život (Škoda, 2005). K negativnímu postoji žáků k přírodovědným předmětům přispívá i jednostranná orientace na kognitivní cíle, odtrženost vzdělávacího obsahu přírodovědných předmětů od praktického života a problémů společnosti. Důsledkem působení scientistického paradigmatu je i malý zájem o další studium přírodních věd v rámci terciárního vzdělávání či malá ochota věnovat se profesně například vědecké práci v oblasti přírodních věd (blíže viz Škoda, Doulík a Hajerová-Müllerová, 2005).

Hledání nových paradigmat přírodovědného vzdělávání

Koncem 80. let 20. století začalo jak humanistické, tak scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání procházet krizí. Tato krize měla pravděpodobně dvě hlavní příčiny. Tou první byl postupný rozvoj informačních a komunikačních technologií a společenské změny související s přechodem společnosti technické a technizované ve společnost informační a učící se. Nezbytnými kompetencemi každého člověka se stala schopnost práce s informacemi, jejich vyhledávání, třídění a kritické posuzování, a to v rámci celoživotního vzdělávání. Obě hlavní paradigmatu přírodovědného vzdělávání se stávala již příliš rigidními a v podstatě nevyhovujícími, neboť neposkytovala absolventům kompetence, které od nich byly v měnícím se mimoškolním prostředí vyžadovány.

Druhá příčina souvisí s faktem, že rozvoj vědeckého poznání zejména v průběhu 2. poloviny 20. století postupně zcela změnil vztah mezi vědou a společností. Technologické aplikace vědeckých poznatků se staly dominantní součástí běžného života a nesmírně zvýšily jeho kvalitu. Zároveň znamenají také enormní riziko, které ohrožuje samotnou existenci lidského rodu. Věda i společnost se začínají snažit o zodpovědnější přístup k využívání přírodních i lidských zdrojů a o trvale udržitelný rozvoj. Zcela zásadní je skutečnost, že toto úsilí musí být globální. Tento trend vývoje společnosti reflektuje do jisté míry i přírodovědné vzdělávání. Již na konci 80. let 20. století se v rámci přírodovědného vzdělávání začínají ve větší míře diskutovat otázky týkající se společenských a environmentálních důsledků intenzivního vědeckého a technického rozvoje (Raquepau a Richards, 2002).

Období od roku 1990 v podstatě až do současnosti je možné v přírodovědném vzdělávání charakterizovat jako určité hledání identity. S trochou

zjednodušení lze říci, že dosavadní paradigmatata postupně dosluhují, případně se jeví již jako zcela nevhodná, aniž jsou však nahrazována novým paradigmatem odpovídající závažnosti. Charakteristická je i značná roztržitost názorů na to, co by mělo současný stav nahradit a jakým směrem a za jakými cíli by se mělo přírodovědné vzdělávání ubírat. S postupným rozpadem sovětského bloku a ukončením studené války došlo zejména u nás k obrovskému boomu různých alternativních a inovativních koncepcí ve vzdělávání, dochází k hluboké redefinici potřeb společnosti a jejich požadavků na vzdělávání. Důsledkem těchto proměn je ostatně i kurikulární reforma, kterou české školství v současné době prochází. Nejen česká vzdělávací politika, ale i vzdělávací politika ostatních zemí, zejména EU a USA, musí čelit aktuálním problémům a požadavkům velmi dynamicky se měnící společnosti, musí nově definovat cíle a významy vzdělávání. Přírodovědné vzdělávání musí nyní a v nejbližší budoucnosti řešit především tato komplexní témata:

- Globální ekologické otázky a problémy. Environmentální problematika se v posledních patnácti letech stala celosvětově diskutovaným tématem především v souvislosti s celosvětovou polemikou o globálním oteplování (které chápeme spíše jako spor politický než vědecký). Přírodovědné vzdělávání se věnuje aktuálním problémům, jako je znečišťování ovzduší, ubývání vodních zdrojů, globální oteplování, ozonová díra, odlesňování, hledání alternativních zdrojů energie. Tyto problémy prostupují kurikulem různých (nejen) přírodovědných předmětů (srov. Doulík a Škoda, 2007), proto je environmentální výchova v RVP ZV koncipována jako průřezové téma. Do budoucna se kurikulum přírodovědného vzdělávání bude zabývat především problematikou trvale udržitelného rozvoje.
- Vzájemný vztah mezi vědou a technikou na jedné straně a společností na straně druhé. Pozůstatkem jak scientistického, tak humanistického paradigmatu je pokles kredibility přírodovědného vzdělávání, který je možné vnímat snad s výjimkou rozvojových zemí jako celosvětový fenomén. Výmluvně o tom svědčí například výsledky projektu ROSE (The Relevance of Science Education) uskutečňovaného jako komparační studie na vzorku patnáctiletých žáků ve 40 zemích celého světa. Podle Sjøberga (2005) se ukazuje řada varovných skutečností. Přírodovědné předměty patří ve školách v průmyslových zemích celého světa mezi nejméně oblíbené. Jsou zde patrné navíc značné genderové rozdíly (u dívek je oblíbenost významně nižší). Přírodovědné předměty nejsou ze strany respondentů citovaného výzkumu chápány jako důležité pro život a pracovní kariéru

žáků. Velmi nízká je také ochota respondentů stát se v budoucnu přírodovědci. Nejpozitivnější vztah k přírodovědnému vzdělávání projevují respondenti z rozvojových zemí (Bangladéš, Uganda či Ghana). Naopak v nejvyspělejších zemích světa (Japonsko, Anglie, Dánsko nebo Norsko) je možné hovořit o skutečné krizi přírodovědného vzdělávání (Sjøberg, 2005; Bílek, 2005). Reakcí na tento stav ve vyspělých zemích je snaha přiblížit přeteoretizované přírodovědné vzdělávání více běžnému životu. Objevují se výrazně prakticky až popularizačně orientované koncepty, např. Science for All Children nebo Chemie všedního dne. Přírodovědné vzdělávání si klade otázky typu: Jak se přírodovědné vzdělání váže ke světu žáka? Jak může být prospěšné pro zdravý život a životní prostředí? Jaký je vztah mezi lidskou společností a životním prostředím? Jak může pomoci lidstvu s jeho problémy? Podle DeHart Hurda (2002) je třeba do přírodovědného vzdělávání včleňovat významné trendy ovlivňující soudobé vzdělávání, jako jsou multikulturní přístupy, interdisciplinární vazby a práce s konceptními tématy.

- Klíčové pojmy a stěžejní témata. Jak vyplývá z celé řady provedených zahraničních i domácích výzkumů, je nezbytně nutné redukovat obsah učiva v přírodovědných předmětech. U nás se to týká především učiva vyššího stupně víceletých gymnázií, ale i 2. stupně základního vzdělávání. Výraznou možnost redukce učiva přináší již probíhající kurikulární reforma. Celosvětovým trendem ve výuce přírodovědných předmětů je rozvíjet především kompetence žáků a schopnost řešit problémy na úkor faktografických poznatků. Jak upozorňuje Pintó (2005), pozornost při výuce přírodovědných předmětů by se měla věnovat především tématům, která jsou schopna integrovat různá fakta a pojmy do vyšších, komplexnějších konstruktů, jež mají výrazně interdisciplinární charakter. Tato komplexní témata by měla být rovněž schopna vytvořit vazby mezi přírodovědným vzděláváním a matematikou, historií, ekonomikou, uměním, ale i literaturou a dalšími vědeckými disciplínami reprezentovanými jednotlivými školními předměty.
- Interdisciplinární myšlení. Je způsobem nebo lépe strategií, která umožňuje žákům pochopit význam vzdělávacího obsahu přírodovědného vzdělávání, zvláště když je obsah spojen s každodenními problémy a otázkami. Cegarra-Navarro a Rodrigo-Moya (2005) například doporučují organizování učitelů do multidisciplinárních týmů, které by připravovaly změny kurikula, organizovaly projekty, realizovaly týmovou výuku integrovaných předmětů atd. Analogickou strategií v sobě implicitně obsa-

hují i změny kurikula v České republice (RVP ZV). Vytvoření školního vzdělávacího programu v podstatě znamená spolupráci učitelů v multidisciplinárních týmech, jednak podle vzdělávacích oblastí, ale také napříč nimi (realizace vzdělávacího obsahu průřezových témat). Od učitelů jsou proto ve zvýšené míře vyžadovány rovněž kompetence, které umožňují efektivní řízení kurikula (Hajerová-Müllerová a Škoda, 2006).

Soudobé multidisciplinární paradigma přírodovědného vzdělávání

Soudobé paradigma (či soudobá paradigmata) přírodovědného vzdělávání není snadné definovat, neboť proces jeho formování ještě není definitivně ukončen. To, co je však v současnosti charakteristické jak pro rozvoj přírodních věd, tak pro přírodovědné vzdělávání je interdisciplinarita či ještě lépe multidisciplinarita. Budeme tedy toto paradigma pracovním označováním jako multidisciplinární. Jeho vznik zapříčinil nebývalý rozvoj výzkumných aktivit a k nim se vážících teoretických studií v oblasti hraničních disciplín jednotlivých přírodních věd. DeHart Hurd (2002) například uvádí, že biologie jako vědecká disciplína se v současnosti rozdělila do více než 400 pojmenovaných oblastí výzkumu (např. biochemie, biofyzika, bioorganická chemie, biogeochemie, molekulární biologie atd.) a odhaduje se, že existuje více než 1 000 dalších nepojmenovaných výzkumných oblastí souvisejících s biologií, z nichž každá se může vykázat zřetelnými charakteristickými rysy. Tento proces multidisciplinární diferenciace probíhá přitom analogicky ve všech přírodních vědách. Vznikající a rozvíjející se hraniční disciplíny však nezahrnují pouze přírodní vědy, ale vytvářejí se stále větší, až transcendentální přesahy i do jiných vědních odvětví (např. bioarcheologie, biolinguistika, environmentalistika, geomytologie, kybernetika atd.). Stále více jsou rovněž akcentovány důsledky vlivu přírodovědného poznání na vývoj celé společnosti, a to v globálním měřítku. Zřetelně se začínají uplatňovat i prognostické přístupy. Ukázkovým příkladem multidisciplinárního přesahu současného přírodovědného poznání je problém globálního oteplování. Ačkoliv se z čistě odborného hlediska jedná o téma klimatologické, zasáhlo výrazně nejen prakticky všechny vědní obory, ale i běžný život společnosti, ekonomii, politiku, média atd. (Aivezidis, Lazaridou a Hellden, 2006)

Naznačený trend multidisciplinarity se začíná projevovat i v přírodovědném vzdělávání. U nás se možnost integrace výuky přírodovědných předmětů a implementace vzdělávacího obsahu tzv. průřezových témat uplatňuje v RVP a začíná prostupovat celou školskou soustavou. Interdisciplinární

přístup se dnes uplatňuje především na primárním stupni (ISCED1) vzdělávání, méně na nižším stupni sekundárního vzdělávání (ISCED2) a velmi málo na vyšším stupni sekundárního vzdělávání (ISCED3). Plnou integraci výuky přírodovědných předmětů na úrovních ISCED2 a ISCED3 však v podstatě odmítají především samotní učitelé (viz např. Bílek a Králíček, 2007).

Multidisciplinární paradigma přírodovědného vzdělávání je navíc podporováno posilováním vzdělávací autonomie škol, které je patrné ve většině evropských zemí. Pružnost v modifikacích kurikula, která se vzdělávací autonomií škol souvisí, umožňuje rychleji reagovat na prudký rozvoj vědeckých oborů a aktuální potřeby společnosti. Hassard (1999) ostatně definuje přírodovědné vzdělávání jako rozhraní mezi přírodními vědami a společností.

V historickém vývoji paradigmat přírodovědného vzdělávání se prakticky po celé 20. století objevovala koexistence paradigmatu zaměřeného paidotropicky s paradigmatem orientovaným logotropicky. Současné multidisciplinární paradigma je možno chápat jako pokus o kompozitní model, který z porozumění konceptuálnímu systému a metodám přírodovědného poznávání odvozuje sociální relevanci přírodovědného vzdělávání (tj. využívání přírodovědného poznání žákem v jeho praktickém životě, jako občana ve společnosti, při orientaci v environmentálních problémech apod.). Tento model by měl žákovi podle Marsáka a Janouškové (2007) poskytovat hlavně porozumění fundamentálním přírodovědným pojmům a zákonům, jež mu potom umožní lépe a hlouběji poznávat reálný svět, který ho obklopuje, a tím i do jisté míry lépe předpovídat výsledky jeho interakcí s ním. Kromě toho klade multidisciplinární paradigma důraz na rozvoj dovedností používání metod vědeckého zkoumání přírodních fenoménů (jevů, faktů, zákonitostí, vlastností, objektů, procesů atd.). Tento cíl vedle kognitivní zasahuje významně i afektivní a psychomotorickou složku rozvoje osobnosti žáka. Tyto dva klíčové cíle přírodovědného vzdělávání se však nemohou obejít bez adekvátního snižování rozsahu učiva. U témat, kterým bude v rámci kurikula pozornost věnována, by však výuka měla jít do větší hloubky a mělo by jim být věnováno také více času. To umožní učitelé i žákům více se soustředit na hlubší pochopení dané problematiky a více se věnovat činnostem zaměřeným na rozvoj schopností řešení problémů u žáků.

Prioritní význam je dle Evropského oddělení Eurydice v Evropě často přikládán i komunikaci při výuce přírodovědných předmětů. Diskuse v přírodovědných předmětech může nabývat minimálně tří forem – diskuse o tom, jakou roli hrají přírodní vědy ve společnosti a jak souvisejí s každodenním životem, diskuse spojené s vyhledáváním informací a diskuse spojené s pro-

váděním pokusů. Klíčovou roli hraje zejména spojitost mezi vyhledáváním informací (které představuje dovednost v nakládání s údaji a předpokládá určitou znalost různých zdrojů a kvality informací) a diskusí o širších společenských otázkách. Tato spojitost je jasně patrná již na úrovni primárního vzdělávání. Přírodní vědy ve vztahu ke každodennímu životu mohou být pochopitelně východiskem diskusí založených na přirozeném chápání, pomocí nichž mohou učitelé zjistit, do jaké míry žáci problematice rozumějí a které učební činnosti jsou pro ně tedy nejvhodnější (Badak a Coghlan, 2006).

Patrně nejvíce jsou základní rysy multidisciplinárního paradigmatu vyprofilované alespoň u nás na úrovni elementárního přírodovědného vzdělávání. Svými charakteristikami navazuje na některé prvky paradigmatu přírodovědného vzdělávání jako studia přírody a paradigmatu pragmatického. Elementární přírodovědné vzdělávání by mělo vycházet především ze zájmu žáků, mělo by respektovat a využívat jejich individuální zkušenosti a soustředit se na bezprostřední dopad přírodovědných poznatků na život. Velký význam zde má výchova k péči o životní prostředí. Právě ekologická témata jsou svou podstatou žákům velmi blízká, bezprostředně se jich dotýkají, jsou značně medializovaná, mají celospolečenský význam, s řadou aspektů environmentální výchovy mají žáci své osobní zkušenosti a navíc z hlediska obsahu vzdělávání patří mezi témata integrující řadu poznatků z různých oborů lidské činnosti. Při studiu environmentální problematiky by žáci měli uplatňovat metody vědecké práce, jejichž základy v rámci přírodovědného vzdělávání získávají.

Velký význam je přikládán využití tzv. autentického výzkumu při výuce (bližší charakteristiky viz např. Chinn a Malhorta, 2006). Podstatou této metody je, že žáci provádějí experimenty výzkumného charakteru. Experiment je obvykle dlouhodobý, probíhá podle předem připraveného plánu a podílí se na něm větší skupina žáků, případně celá třída. Žáci shromažďují výsledky, třídí je a učí se je vyhodnocovat například formou grafických závislostí a následně interpretovat. Nemusí však jít vždy o reálný experiment. Stále častěji se využívá i virtuálních experimentů, neboť více umožňují soustředit pozornost žáků od zjevných makrojevů ke skrytým mikrojevům, které jsou nezbytné pro pochopení podstaty daného faktu, jevu či procesu. Tato metoda rozvíjí u žáků schopnost klást otázky, vyhledávat důkazy pro svá tvrzení a vytvářet racionální argumenty. To žákům pomáhá nejen porozumět přírodním vědám, ale vybavuje je takovými dovednostmi a návyky v procesu jejich myšlení, které mají širší využitelnost. Lze také předpokládat, že zkušenosti žáků z aktivní účasti na výzkumných úkolech se přenesou

do vyšších stupňů přírodovědného vzdělávání a povedou k redukcí pasivity žáků při výuce přírodovědných předmětů, jaké jsme často svědky například na gymnáziích.

Pokus o prognózu budoucího vývoje

Postupně se formující multidisciplinární paradigma přírodovědného vzdělávání odráží rozvoj výzkumných aktivit v jednotlivých vědních oborech a formování výzkumných, ale i teoretických problémů, které vyžadují úzkou integraci poznatků a přístupů různých vědních oborů. Lidské bádání však pravděpodobně brzy dostane společného jmenovatele, kterým bude trvale udržitelný rozvoj. Do budoucna je tedy možné uvažovat o zatím hypotetickém paradigmatu trvale udržitelného rozvoje, které zasáhne jak všechny vědní disciplíny (náznaky tohoto vývoje jsou zřetelně patrné již dnes), tak v přeneseném smyslu i oblast vzdělávání. Vyučovací proces se stane individualizovaným a pravděpodobně mnohem více virtualizovaným. V mnohem větší míře bude využívat prvků e-learningu, který se rozšíří do všech stupňů vzdělávání. Vyučování se bude opírat o využití neurofyziologických poznatků o paměti a učení, a to ve vztahu ke konkrétnímu učícímu se jedinci. Bude založeno na využívání optimálních individuálních strategií učení. Je možné uvažovat i o tom, že cíle, rozsah i obsah přírodovědného vzdělávání budou určovány individualizovaně, s ohledem na optimální rozvoj každého jedince a s cílem maximálně využít jeho potenciál. Výrazně se tak zvýší autonomie jedince ve vztahu k edukačnímu procesu. Do přírodovědného vzdělávání proniknou poznatky, které jsou dosud diskutovány pouze na úrovni vědních disciplín (např. využití nanotechnologií, genetické inženýrství, poznatky molekulární a buněčné biologie atd.). Virtuální prostředí umožní zkoumání jevů a procesů, které se vymykají možnosti pozorování a školních experimentů (procesy v nitru buňky, děje ve vesmíru, geologické procesy atd.). To s sebou přinese značnou redukcí dosud dominujících slovních monologických metod výuky. Pozornost se bude přesouvat od popisu jevů a faktů k vysvětlování jejich příčin a k možnostem jejich ovlivňování. Velmi výraznou změnou budou muset projít i didaktiky přírodovědných předmětů. V mnohem větší míře než dnes se budou muset zabývat procesem, prostředky a metodami didaktické transformace. Budou muset hledat trvale udržitelný rozvoj i v oblasti didaktické redukce, která dnes ve světle poznatků moderní vědy nabývá čím dál více rozměrů didak-

tické primitivizace, jež stále více rozevívá nůžky mezi tzv. „školní vědou“ a skutečným vědeckým poznáním přírodovědných oborů.

Závěr

Rozvoj společnosti a společenských požadavků kladených na rozvoj vzdělanosti, který prožíváme v současné době, nemá ve své dynamice pravděpodobně v historii obdoby. V krátké epoše se společnost technická a technizovaná transformovala ve společnost znalostní a vzdělanostní. Objevují se stále naléhavější globální témata a globální problémy, které stírají jakékoli hranice. Na druhé straně postmoderní společnost hlásí návrat k jedinečnosti člověka a maximálnímu rozvoji jeho individuálních schopností. Tváří v tvář těmto mnohdy rozporným a protichůdným požadavkům stojí nyní i přírodovědné vzdělávání, a to nejen u nás, ale i v celosvětovém kontextu. V porovnání s ostatními krizemi moderní doby (finanční, hypotéční, hospodářské, bankovní, odbytové atd.) se zdá krize přírodovědného vzdělávání vcelku zanedbatelná a více méně akademická. Přesto právě tato krize může mít v dlouhodobém horizontu horší dopady než všechny ekonomické krize současnosti. Domníváme se, že jednou z příčin nízkého zájmu o přírodovědné vzdělávání je i jeho neujasněná koncepce, která v „ontogenetickém“ i „fylogenetickém“ měřítku osciluje mezi extrémy prakticistního zbožíznavství a primitivní „vlastivědy“ na straně jedné a přeteoretizovanými matematickými modely, které nejsou pochopitelné ani svým tvůrcům, na straně druhé. Aniž se zatím při své oscilaci dobrala onoho *via media aurea est*. Svůj vliv může mít i relativní izolovanost přírodovědných předmětů od předmětů společenskovědních, která se v edukační oblasti stále ještě projevuje. Jsme přesvědčeni, že formování nového paradigmatu přírodovědného vzdělávání se neobejde bez hluboké integrace s dalšími obory výzkumné činnosti člověka a hledání průnikových témat, mezioborů, resp. nadoborů, jež by dokázaly přinést odpovědi na aktuální otázky soudobé společnosti i světa.

Literatura

- AIVEZIDAS, C., LAZARIDOU, M., HELLDEN, G. F. A Comparison Between a Traditional and an Online Environmental Educational Program. *The Journal of Environmental Education*, 2006, roč. 37, č. 4, s. 45–54.
- BADAK, N., COGHLAN, M. *Science Teaching in School in Europe. Policies and Research*. Brussels: Eurydice, 2006.
- BASTIAN, J., GUDJONS, H., SCHNACK, J. *Theorie des Projektunterrichts*. Bremen: Bergmann Helbig, 2001.

- BÍLEK, M. Why to Learn Science and Technology? Selected Results of the International ROSE Project. In MECHLOVÁ, E. (ed.) *Information and Communication Technology in Education – Proceeding*. Ostrava: University of Ostrava, 2005, s. 11–14.
- BÍLEK, M., KRÁLÍČEK, I. Názory učitelů přírodovědných předmětů na rozšiřování aprocace. In BÍLEK, M., KRÁLÍČEK, I., VOLF, I. (ed.) *Rozšiřující studium učitelství přírodovědných předmětů. Náměty, souvislosti a návrhy realizace*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007, s. 63–70.
- CEGARRA-NAVARRO, J. G., RODRIGO-MOYA, B. Learning facilitating factors of teamwork on intellectual capital creation. *Knowledge and Process Management*, 2005, roč. 12, č. 1, s. 32–42.
- ČTRNÁCTOVÁ, H., BANÝR, J. Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*, 1997, roč. 91, č. 1, s. 59–65.
- DEBOER, G. E. *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press, 1991.
- DEHART HURD, S. Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, roč. 39, č. 1, s. 3–9.
- DOULÍK, P., ŠKODA, J. Uplatnění prvků environmentální výchovy jako průřezového tématu RVP ZV v učebnici chemie pro ZŠ. In TÓTHOVÁ, A., VESELSKÝ, M. (ed.) *ScienEdu. Aktuálně trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2007, s. 333–336.
- DUSCHL, R. A. *Restructuring science education: the importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press, 1990.
- HAJEROVÁ-MÜLLEROVÁ, L., ŠKODA, J. Kompetence koordinátorů kurikula školy. In Doležalová, J., Vrabcová, D. (ed.) *Kompetence učitele na pozadí současné kurikulární reformy*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006.
- HASSARD, J. *The Art of Teaching Science*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- HELLBERG, J. *Vývoj chemie jako vyučovacího předmětu vysoké a všeobecně vzdělávací školy*. Hradec Králové: Pedagogická fakulta, 1978.
- CHINN, C. A., MALHORTA, B. A. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 2002, roč. 86, s. 175–218.
- LAWSON, A. E., WORSNOP, W. A. Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, 1992, roč. 29, s. 143–166.
- MARŠÁK, J., JANOUŠKOVÁ, S. *Trendy v přírodovědném vzdělávání*. [on-line] [cit. 14. 7. 2007]. Dostupné na <http://www.rvs.cz/clanek/6/1055>.
- National Science Resources Center of the National Academy of Sciences and the Smithsonian Institution. *Science for All Children. A Guide to Improving Elementary Science Education in Your School District*. Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, 1997.
- PINTÓ, R. Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 2005, roč. 89, č. 1, s. 1–12.
- RAQUEPAU, C. A., RICHARDS, L. M. Investigating the environment: teaching and learning with undergraduates in the sciences. *Reference Services Review*, 2002, roč. 30, č. 4, s. 319–323.
- ROTLAT, J. A hippocratic oath for scientists. *Science*, 1999, roč. 286, č. 5444, s. 1475.

- SJØBERG, S. Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. [on-line] [cit. 7. 3. 2009]. Dostupné na <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-eu2005.pdf>.
- SKALKOVÁ, J., SÝKORA, M., DUCHÁČKOVÁ, O. *Sovětská pedagogika a další rozvoj československé výchovně-vzdělávací soustavy*. Olomouc: Krajský pedagogický ústav, 1980.
- STÖRIG, H. J. *Malé dějiny filozofie*. Praha: Zvon, 1993.
- ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Acta Universitatis Purkynianae č. 106. Studia paedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2005.
- ŠKODA, J., DOULÍK, S., HAJEROVÁ-MÜLLEROVÁ, L. Implementace prvků popularizace do výuky přírodovědných předmětů. *Technológia vzdelávania*, 2005, č. 8, s. 9–12.
- YOUNG, D. B. *Súčasné trendy v reformných procesoch vyučovania prírodných vied*. FAST-DISCO. Bratislava: RD, 1997.
- ZANKOV, L. V. *Обычение и познание*. Moskva, 1975.
<http://www.chemall.schule.de/>
<http://www.ils.uio.no/english/rose/>

ŠKODA, J., DOULÍK, P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace* 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44. ISSN 1211-4669.

Autoři: doc. PhDr. Jiří Škoda, Ph.D., doc. PaedDr. Pavel Doulík, Ph.D., katedra pedagogiky Pedagogické fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Hoření 13, 400 96 Ústí nad Labem, e-mail: Jiri.Skoda@ujep.cz, Pavel.Doulik@ujep.cz