

Educational and Didactic Communication

2007, Vol. 3 – Applications

Vzdelávacia a didaktická komunikácia

2007, 3. diel – aplikácie

Summary – Abstrakt

The monograph “Educational and Didactic Communication 2007“ is a follow-up to earlier ones of the authors P.Tarábek and P.Záškodný oriented to the development of didactic communication of physics, that is based on the Brockmeyer’s communicative conception of physics education theory. The monograph has three volumes. The first volume deals with theory of didactic communication and curricular process of physics, the second one describes methods of curriculum construction and cognitive analysis in curriculum design. The third volume involves applications of the theory and the methods in an education.

Monografie „Educational and Didactic Communication 2007“ navazuje na předcházející monografie autorů P.Tarábka a P.Záškodného zaměřené na rozvíjení komunikačního pojetí didaktiky fyziky. První díl monografie se zabývá teorií didaktické komunikace a kurikulárního procesu, druhý díl metodami strukturace variantních forem kurikula a kognitivní analýzou pojmů v kurikulárním procesu. Třetí díl obsahuje aplikace teorie a metod ve vzdělávání.

Content – Obsah

1. Cesta k matematickému modelování struktury variantních forem kurikula. The Way to Mathematical Modeling of Structure of Curriculum Variant Forms. Author P. Záškodný -----	3
2. Analytical Synthetic Model of Problem Solving. Authors P. Procházka, P. Záškodný -----	21
3. Gender in the Context of Communication. Author: A. Schneiderová -----	31
4. Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field. Author: R. Dušková -----	34
5. Teaching Laboratory of Personal Dosimetry. Author: J. Singer -----	48
6. Conceptual Curriculum of General Chemistry and its Analytical Synthetic Model. Author: J. Škrabánková -----	56
7. Conceptual Curricula of Inorganic and Organic Chemistry and their Analytical Synthetic Models. Author: J. Škrabánková -----	62
8. Conceptual Curriculum of Biochemistry and its Analytical Synthetic Model. Author: J. Škrabánková -----	70
9. Incorporation of Radiological Physics within Physics Structure. Author: E. Rimeková -----	76
10. K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky. Autor: O. Lepil -----	81
11. Model didaktickej komunikácie na základnej a strednej škole. Autorka: A. Sivošová -----	83
12. Fyzikálne miskoncepce. Physics Misconceptions. Autor: P. Tarábek -----	97
13. Financial Literacy: Selected Problems. Author: V. Pavlát -----	103
14. Benford's Law and its Application to Stock Exchange Market Prices. Author: M. Hudák -----	110
15. Theory of the Big Numbers and its Application to Lottery Systems. Author: M. Hudák -----	115
16. Prosocial Behaviour in Volunteers. Author: H. Záškodná -----	123
17. University of York and Its Faculty of Education – Credit Work. Autor: J. Smoldasová -----	131
18. Strukturální zobrazení kompetencí ve vztahu k didaktické komunikaci v přírodovědných disciplínách. Autorka: J. Škrabánková -----	135

Názov: Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 3 – Applications
Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007, 3. diel – aplikácie

Vydavateľ: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, s. r. o., 811 04 Bratislava, Hýrošova 4, www.didaktis.sk
člen European Educational Publishers Group, www.eepg.org

Rok vydania: 2007

© Pedagogické vydavateľstvo Didaktis s. r. o., Bratislava, Hýrošova 4

Autori: R. Dušková, M. Hudák, O. Lepil, V. Pavlát, P. Procházka, E. Rimeková, A. Schneiderová, J. Singer,
A. Sivošová, J. Smoldasová, J. Škrabánková, P. Tarábek, H. Záškodná, P. Záškodný

Zodpovedný redaktor: Pavol Tarábek

Všetky práva vyhradené: Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováaná, ukladaná do informačných systémov alebo rozširovaná akýmkoľvek spôsobom elektronicky, mechanicky, fotografickou reprodukciou bez písomného súhlasu majiteľa práv.

ISBN: 987– 80–89160–56–3

Cesta k matematickému modelování struktury variantních forem kurikula

The Way to Mathematical Modeling of Structure of Curriculum Variant Forms

Assoc.prof.Přemysl Záškodný,CSc.

Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic

University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Reviewer: Prof.Jitka Fenclova-Brockmeyer,CSc.

Curriculum Studies Research Group

Abstracts, Key Words

a) Structure of Variant Form of Curriculum

The six variant forms of curriculum (taken into account):

- abbreviation CC – conceptual curriculum,
- abbreviation IC – intended curriculum,
- abbreviation PC – projected curriculum,
- abbreviation IMC-1 – implemented curriculum-1,
- abbreviation IMC-2 – implemented curriculum-2,
- abbreviation AC – attained curriculum.

The creation of curriculum variant form of physics consists in forming all the three types of models (hierarchical, analytical synthetic, and matrix , i.e. application of **all the three cognitive structural methods of transfer of physical knowledge**) in following four areas:

- a) Conception and interpretation of curriculum variant form (index CI)
- b) Compages of the objectives of curriculum variant form (index O)
- c) Conceptual knowledge system of curriculum variant form (index CKS)
- d) Factor of transformation the previous curriculum variant form to the following curriculum variant form

Structure of all the curriculum variant forms is formed by three sub-structures with indices CI, O, CKS:

- $CC = CC_{CI} + CC_O + CC_{CKS}$
- $IC = IC_{CI} + IC_O + IC_{CKS}$
- $PC = PC_{CI} + PC_O + PC_{CKS}$
- $IMC-1 = IMC-1_{CI} + IMC-1_O + IMC-1_{CKS}$

$$- \text{IMC-2} = \text{IMC-2}_{\text{CI}} + \text{IMC-2}_{\text{O}} + \text{IMC-2}_{\text{CKS}}$$

$$- \text{AC} = \text{AC}_{\text{CI}} + \text{AC}_{\text{O}} + \text{AC}_{\text{CKS}}$$

All the transformations T1 to T5 are created by three sub-transformations CIT1 to CIT5, OT1 to OT5, and DT1 to DT5 (DT1 to DT5 are known didactic transformations of conceptual knowledge system)

b) New Symbolology

The new symbolology shape is as follows:

Transformations of Didactic Communication T1 to T5

$$T^1 \text{ to } T^5$$

Subtransformations CIT1 to CIT5, OT1 to OT5, DT1 to DT5

$$CIT^1 \text{ to } CIT^5, OT^1 \text{ to } OT^5, \text{ and } DT^1 \text{ to } DT^5$$

Factors F1 to F5 of transformations T1 to T5

$$F^1 \text{ to } F^5$$

Variant form of curriculum (i-th) – till this time unindicated

$$VFC^i$$

Conceptual Curriculum CC and Its Sub-Structures $CC_{\text{CI}}, CC_{\text{O}}, CC_{\text{CKS}}$

$$CC, CC = CC_{\text{CI}} + CC_{\text{O}} + CC_{\text{CKS}} \quad (VFC^1 = VFC_{\text{CI}}^1 + VFC_{\text{O}}^1 + VFC_{\text{CKS}}^1)$$

Intended Curriculum IC and Its Sub-Structures $IC_{\text{CI}}, IC_{\text{O}}, IC_{\text{CKS}}$

$$IC, IC = IC_{\text{CI}} + IC_{\text{O}} + IC_{\text{CKS}} \quad (VFC^2 = VFC_{\text{CI}}^2 + VFC_{\text{O}}^2 + VFC_{\text{CKS}}^2)$$

Projected Curriculum PC and Its Sub-Structures $PC_{\text{CI}}, PC_{\text{O}}, PC_{\text{CKS}}$

$$PC, PC = PC_{\text{CI}} + PC_{\text{O}} + PC_{\text{CKS}} \quad (VFC^{3a} = VFC_{\text{CI}}^{3a} + VFC_{\text{O}}^{3a} + VFC_{\text{CKS}}^{3a})$$

Implemented Curriculum-1 IMC-1 and Its Sub-Structures $IMC-1_{\text{CI}}, IMC-1_{\text{O}}, IMC-1_{\text{CKS}}$

$$IMC^1, IMC^1 = IMC_{\text{CI}}^1 + IMC_{\text{O}}^1 + IMC_{\text{CKS}}^1 \quad (VFC^{3b} = VFC_{\text{CI}}^{3b} + VFC_{\text{O}}^{3b} + VFC_{\text{CKS}}^{3b})$$

Implemented Curriculum-2 IMC-2 and Its Sub-Structures $IMC-2_{\text{CI}}, IMC-2_{\text{O}}, IMC-2_{\text{CKS}}$

$$IMC^2, IMC^2 = IMC_{\text{CI}}^2 + IMC_{\text{O}}^2 + IMC_{\text{CKS}}^2 \quad (VFC^4 = VFC_{\text{CI}}^4 + VFC_{\text{O}}^4 + VFC_{\text{CKS}}^4)$$

Attained Curriculum AC and Its Sub-Structures $AC_{\text{CI}}, AC_{\text{O}}, AC_{\text{CKS}}$

$$AC, AC = AC_{\text{CI}} + AC_{\text{O}} + AC_{\text{CKS}} \quad (VFC^5 = VFC_{\text{CI}}^5 + VFC_{\text{O}}^5 + VFC_{\text{CKS}}^5)$$

Phases of Didactic Communication F0 to F5 – denotation was not changed

OBSAH

Úvod – zavedení nové matematické symboliky

1. Strukturální koncepce didaktiky fyziky – nová symbolika

1.1. Didaktická komunikace fyziky a pojmově-poznatkové systémy

1.2. Kurikulární proces fyziky

1.3. Základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky

2. Metody modelování struktury řešení problémů poznávání – Shrnutí

3. Metody modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních – Shrnutí

4. Obecný pohled na metody strukturace variantních forem kurikula – Shrnutí

5. Struktura variantní formy kurikula – Rysy matematického modelování

5.1. Model struktury pojmu „Variantní forma kurikula“

5.2. Model struktury tvorby variantní formy kurikula

6. Modelované a nemodelované substruktury variantních forem kurikula

Literatura

CONTENT

Introduction – Implementation of New Mathematical Symbolology

1. Structural Conception of Didactics of Physics – New Symbolology

1.1. Didactic Communication of Physics and Conceptual Knowledge Systems

1.2. Curricular Process of Physics

1.3. Basic Features of Structural Conception of Physics

2. Methods of Modeling Structure of Cognition Problems Solving – Summary

3. Methods of Modeling of Concepts Structure on Various Cognitive Levels – Summary

4. Common View at Methods of Structuring Curriculum Variant Forms – Summary

5. Structure of Variant Form of Curriculum –Features of Mathematical Modeling

5.1. Model of Structure of Concept „Variant Forms of Curriculum“

5.2. Model of Structure of Creation of Curriculum Variant Form

6. Moulded and Un-Moulded Sub-Structures of Variant Forms of Curriculum

References

Úvod – zavedení nové matematické symboliky

Cílem práce je zavést novou symboliku jednak v označování transformací T1 až T5 a subtransformací SPT1 až SPT5, CT1 až CT2, DT1 až DT5 didaktické komunikace fyziky, jednak v označování faktorů F1 až F5 transformací T1 až T5, jednak v označování variantních forem kurikula CC, IC, PC, IMC-1, IMC-2, AC a také v označování substruktur variantních forem kurikula CC_{SP}, CC_C, CC_{PPS}, IC_{SP}, IC_C, IC_{PPS}, PC_{SP}, PC_C, PC_{PPS}, IMC-1_{SP}, IMC-1_C, IMC-1_{PPS}, IMC-2_{SP}, IMC-2_C, IMC-2_{PPS}, AC_{SP}, AC_C, AC_{PPS}.

Index SP označoval „Smysl a pojetí variantní formy kurikula“, index C označoval „Soustavu cílů variantní formy kurikula“ a index PPS označoval „Pojmově-poznatkový systém variantní formy kurikula“.

Původní označování strukturních prvků strukturální koncepce didaktiky fyziky bylo používáno v 1.dílu monografie „Educational and Didactic Communication, Vol.1. – Theory“ (Tarábek, Záškodný, 2007, [11]) a také v 2.dílu monografie „Educational and Didactic Communication, Vol.2. – Methods“ (Tarábek, Záškodný, 2007a, [12]).

Návrh nového označování je cestou, která umožňuje zavést prvky matematického modelování struktur variantních forem kurikula. To je prokázáno především v kapitolách 5.1. a 5.2., v nichž jsou na základě nové symboliky předloženy modely jak trojúhelníkové struktury „i-té variantní formy kurikula“, tak také analyticko-syntetické struktury konstrukce a vyjadřování „i-té variantní formy kurikula“.

Nová symbolika má následující podobu:

Transformace didaktické komunikace T1 až T5

$$T^1 \text{ až } T^5$$

Subtransformace SPT1 až SPT5, CT1 až CT2, DT1 až DT5

$$SPT^1 \text{ až } SPT^5, CT^1 \text{ až } CT^5 \text{ a } DT^1 \text{ až } DT^5$$

Faktory F1 až F5 transformací T1 až T5

$$F^1 \text{ až } F^5$$

Variantní forma kurikula (i-tá) – dosud neoznačovaná

$$VFC^i$$

Koncepтуální kurikulum CC a jeho substruktury CC_{SP}, CC_C, CC_{PPS}

$$CC, CC = CC_{SP} + CC_C + CC_{PPS} \quad (VFC^1 = VFC_{SP}^1 + VFC_C^1 + VFC_{PPS}^1)$$

Zamýšlené kurikulum IC a jeho substruktury IC_{SP}, IC_C, IC_{PPS}

$$IC, IC = IC_{SP} + IC_C + IC_{PPS} \quad (VFC^2 = VFC_{SP}^2 + VFC_C^2 + VFC_{PPS}^2)$$

Projektové kurikulum PC a jeho substruktury PC_{SP}, PC_C, PC_{PPS}

$$PC, PC = PC_{SP} + PC_C + PC_{PPS} \quad (VFC^{3a} = VFC_{SP}^{3a} + VFC_C^{3a} + VFC_{PPS}^{3a})$$

Implementované kurikulum-1 IMC-1 a jeho substruktury IMC-1_{SP}, IMC-1_C, IMC-1_{PPS}

$$IMC^1, IMC^1 = IMC_{SP}^1 + IMC_C^1 + IMC_{PPS}^1 \quad (VFC^{3b} = VFC_{SP}^{3b} + VFC_C^{3b} + VFC_{PPS}^{3b})$$

Implementované kurikulum-2 IMC-2 a jeho substruktury IMC-2_{SP}, IMC-2_C, IMC-2_{PPS}

$$IMC^2, IMC^2 = IMC_{SP}^2 + IMC_C^2 + IMC_{PPS}^2 \quad (VFC^4 = VFC_{SP}^4 + VFC_C^4 + VFC_{PPS}^4)$$

Dosažené kurikulum AC a jeho substruktury AC_{SP}, AC_C, AC_{PPS}

$$AC, AC = AC_{SP} + AC_C + AC_{PPS} \quad (VFC^5 = VFC_{SP}^5 + VFC_C^5 + VFC_{PPS}^5)$$

Fáze didaktické komunikace F0 až F5 – označování nebylo změněno

1. Strukturální koncepce didaktiky fyziky – nová symbolika

1.1. Didaktická komunikace fyziky a pojmově-poznatkové systémy

Didaktická komunikace fyziky je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí (Brockmeyerová, 1982, [10]). Fyzikální poznatek prodělává během didaktické komunikace několik výrazných transformací. Didaktika fyziky musí sledovat celou cestu předávání fyzikálního poznání a prochází tak zcela odlišnými oblastmi myšlení, zkoumání a vyjadřování, které zhruba odpovídají zmíněným transformacím fyzikálního poznatku. Jsou to základní problémové oblasti didaktiky fyziky.

V prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ byl v článku „Didaktická komunikace fyziky a její struktura“ (P.Tarábek, 2007, [1]) prozkoumán vztah mezi fázemi didaktické komunikace fyziky, transformacemi T^1 až T^5 didaktické komunikace fyziky a formami existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů (fyzikálních PPS).

Pojmy, poznatky, pravidla, zákony, principy v dané vědní nebo technické disciplíně tvoří systém, který má určitou strukturu. Na základě prací řady autorů byl P.Tarábkem vybrán pro tyto systémy v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Kognitivní termíny v teorii didaktické komunikace přírodních věd“ (P.Tarábek, 2007a, [2]) termín „**pojmově-poznatkový systém**“ – v didaktice fyziky pak termín „**fyzikální pojmově-poznatkový systém**“.

Fyzikální pojmově-poznatkové systémy (fyzikální PPS) lze členit na **externí fyzikální PPS** (externí fyzikální PPS je výsledek společenského poznávacího procesu) a **interní fyzikální PPS** (interní fyzikální PPS je výsledek individuálního poznávacího procesu a lze jej považovat za mentální reprezentaci externího fyzikálního PPS). Jak externí fyzikální PPS, tak interní fyzikální PPS procházejí během didaktické komunikace fyziky několika **formami existence**, které spolu souvisejí prostřednictvím didaktických transformací DT^1 až DT^5 . Didaktické transformace fyzikálních pojmově-poznatkových systémů jsou součástí transformací fází didaktické komunikace fyziky, fyzikální pojmově-poznatkové systémy jsou součástí fází didaktické komunikace fyziky..

Přehled transformací T^1 až T^5 , didaktických transformací DT^1 až DT^5 , fází F0 až F5 didaktické komunikace fyziky a odpovídajících forem existence fyzikálních pojmově-poznatkových systémů byl uveden na základě prací J.Fenclové-Brockmeyerové, P.Tarábka a P.Záškodného v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [3]) následujícím způsobem:

1. Transformace T^1 (souvislost s **didaktickou transformací komunikační DT^1**) Systém fyzikálních teorií jako vědecký systém fyziky (fáze F0 a vědecký fyzikální PPS jako vstup do transformace DT^1) → Kognitivní model fyziky jako vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (fáze F1 a sdělitelný vědecký fyzikální PPS jako výstup z transformace DT^1)

2. Transformace T^2 (souvislost s **didaktickou transformací obsahovou DT^2**) Kognitivní model fyziky jako vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (fáze F1 a sdělitelný vědecký fyzikální PPS jako vstup do transformace DT^2) → Didaktický systém fyziky a jeho učivo (fáze F2 a didaktický fyzikální PPS jako výstup z transformace DT^2)

3. Transformace T^3 (souvislost s **didaktickou transformací kurikulární DT^3**) Didaktický systém fyziky a jeho učivo (fáze F2 a didaktický fyzikální PPS jako vstup do transformace DT^3) → Výukový projekt fyziky a jeho učebnice, příprava učitele na výuku (fáze F3 a projektový fyzikální PPS jako výstup z transformace DT^3)

4. Transformace T^4 (souvislost s **učením a poznáváním jako didaktickou transformací DT^4**) Výukový projekt fyziky, vstupní znalosti a zkušenosti učících se, včetně běžných znalostí, připravenost učitele na výuku (fáze F3 a projektový fyzikální PPS a interní fyzikální PPS-1 jako vstup do transformace DT^4) → Vědomosti, dovednosti apod. jako výsledky výuky fyziky (transformace T^4 je realizována prostřednictvím školní výuky fyziky – fáze F4 a interní fyzikální PPS-2 jako výstup z transformace DT^4)

5. Transformace T^5 (souvislost s aplikační transformací DT^5) Vědomosti, dovednosti apod. jako výsledky výuky fyziky (fáze F4 a interní fyzikální PPS-2 jako vstup do transformace DT^5) → Aplikovatelné výsledky výuky fyziky (fáze F5 a aplikovatelný interní fyzikální PPS jako výstup z transformace DT^5)

Mezi formy existence externích fyzikálních PPS lze zařadit vědecký fyzikální PPS (vstup do didaktické transformace DT^1), sdělitelný vědecký fyzikální PPS (výstup z didaktické transformace DT^1 a vstup do didaktické transformace DT^2), didaktický fyzikální PPS (výstup z didaktické transformace DT^2 a vstup do didaktické transformace DT^3) a projektový fyzikální PPS (výstup z didaktické transformace DT^3 a vstup do didaktické transformace DT^4).

Mezi formy existence interních fyzikálních PPS lze zařadit interní fyzikální PPS-1 jako součást přípravy učitele na výuku (výstup z didaktické transformace DT^3 a vstup do didaktické transformace DT^4), interní fyzikální PPS-2 jako osvojené učivo v mysli edukanta (výstup z didaktické transformace DT^4 a vstup do didaktické transformace DT^5) a aplikovatelný interní fyzikální PPS (výstup z didaktické transformace DT^5).

1.2. Kurikulární proces fyziky

V prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ byl v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [3]) učiněn pokus o „fúzi“ evropské didaktické tradice a angloamerické kurikulární tradice.

S přispěním prací především J.Fenclové-Brockmeyerové, P.Tarábka, J.Průchy a J.Maňáka článek ověřil hypotézu, že didaktická komunikace fyziky, vypracovaná a popsána J.Fenclovou-Brockmeyerovou jako sled transformací T^1 až T^5 didaktické komunikace, je na souhrnu vstupů a výstupů jednotlivých transformací posloupností na sebe navazujících variantních forem kurikula:

- konceptuálního kurikula (Conceptual curriculum) jako vyjádření vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti (výstup transformace T^1 , vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky)
- zamýšleného kurikula (Intended curriculum) jako vyjádření didaktického systému fyziky (výstup transformace T^2 , vstupem do této transformace byl vědecký systém fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti)
- projektového kurikula (Projected curriculum) a implementovaného kurikula-1 (Implemented curriculum-1) jako vyjádření výukového projektu fyziky a přípravy učitele na výuku (výstupy transformace T^3 , vstupem do této transformace byl didaktický systém fyziky)
- implementovaného kurikula-2 (Implemented curriculum-2) jako vyjádření dosažených výsledků výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace (výstup transformace T^4 , vstupem do této transformace byl výukový projekt fyziky)
- dosaženého kurikula (Attained curriculum) jako vyjádření trvalé složky fyzikálního vzdělání a aplikovatelných výsledků výuky fyziky a uplatnění trvalé složky vzdělání v oblasti fyziky (výstup transformace T^5 , vstupem do této transformace byly dosažené a ohodnocené výsledky výuky fyziky v myslích adresátů fyzikální edukace).

Hypotézu vyslovenou v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (Záškodný, 2007, [3]) bylo možno považovat za zhruba ověřenou. „Jemnější“ ověření bylo určité dáno průzkumem konstrukce a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula jako jednotlivých součástí kurikulárního procesu fyziky (viz 1. až 5. část článku autora P.Záškodného „Konstrukce variantních forem kurikula“ druhého dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12])

Pojem „**Kurikulární proces fyziky**“ byl v článku „Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces“ (P.Záškodný, 2007, [3]) definován jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako vědecký systém fyziky“, transformační návaznost odpovídající transformacím T^1 až T^5 didaktické komunikace fyziky je označena šipkami →):

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

Srovnání forem existence externích fyzikálních PPS a interních fyzikálních PPS a variantních forem kurikula umožňuje učinit následující závěry:

- a) Sdělitelný vědecký fyzikální PPS je součástí konceptuálního kurikula
- b) Didaktický fyzikální PPS je součástí zamýšleného kurikula
- c) Projektový fyzikální PPS je součástí projektového kurikula
- d) Interní fyzikální PPS-1 je součástí implementovaného kurikula-1
- e) Interní fyzikální PPS-2 je součástí implementovaného kurikula-2
- f) Aplikovatelný interní fyzikální PPS je součástí dosaženého kurikula.

1.3. Základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky

V prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“, byla v článku „Strukturální koncepce didaktiky fyziky“ (Záškodný, Brockmeyerová, 2007, [4]) strukturální koncepce didaktiky fyziky určena následujícími položkami:

- a) Třemi základními rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky: Kurikulárním procesem fyziky, Strukturací předávání fyzikálního poznání, Strukturací podoby předávání fyzikálního poznání
- b) Tři základní rysy strukturální koncepce didaktiky fyziky jsou funkční, jestliže jsou respektovány faktory transformací variantních forem kurikula.
- c) Interdisciplinární spoluprací s edukační vědou (především aplikace poznatků z oblasti endogenní a exogenní stránky edukačního procesu – viz Šimoník, Škrabánková, 2007, [5]) a fyzikální vědou (především transformace T^1 vědeckého systému fyziky na sdělitelný vědecký systém fyziky jako transformace T^1 vědeckého systému fyziky na konceptuální kurikulum fyziky)
- d) Interdisciplinární spoluprací s dalšími didaktikami přírodovědných školních předmětů (Physics Education as a Part of Science Education) a s dalšími vědami, především z oblasti sociálních věd a psychologických věd.

Popsaná strukturální koncepce didaktiky fyziky obsahuje tři základní rysy – Kurikulární proces fyziky (první rys), Strukturaci předávání fyzikálního poznání (druhý rys) a Strukturaci podoby předávání fyzikálního poznání (třetí rys).

Struktura kurikulárního procesu (první základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je dána transformacemi T^1 až T^5 a vstupy a výstupy z těchto transformací:

Vědecký systém fyziky → Konceptuální kurikulum

Konceptuální kurikulum → Zamýšlené kurikulum

Zamýšlené kurikulum → Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1

Projektové kurikulum a Implementované kurikulum-1 → Implementované kurikulum-2

Implementované kurikulum-2 → Dosažené kurikulum.

Strukturace předávání fyzikálního poznání (druhý základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je strukturací řešení problémů (ať již skutečných problémů nebo problémů zprostředkovaných edukantům např. při výuce). Strukturace řešení problémů je spojena s výběrem vhodných metod pro modelování libovolné variantní formy kurikula. Výběr těchto metod je popsán v prvním dílu monografie „Educational and Didactic

Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [6]). Metody modelování struktury předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury řešení problémů. Výsledné modely jsou nazývány modely kognitivní struktury.

Strukturace podoby předávání fyzikálního poznání (třetí základní rys strukturální koncepce didaktiky fyziky) je strukturací pojmů na odpovídající kognitivní úrovni. Strukturace pojmů na odpovídající kognitivní úrovni je opět spojena s výběrem vhodných metod pro modelování libovolné variantní formy kurikula. Výběr těchto metod je popsán v prvním dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ v článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [6]). Metody modelování struktury podoby předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních.

2. Metody modelování struktury řešení problémů poznávání – shrnutí

Metody modelování struktury předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury řešení problémů poznávání. Výsledné modely jsou nazývány modely kognitivní struktury řešení problémů poznávání. Metody modelování struktury řešení problémů budou stručně připomenuty podle prvního dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ a článku „Metody strukturace variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [6]).

K řešení úkolu „jak strukturovat řešení problémů“ je zapotřebí se orientovat v termínech „logický přístup“ a „systémový přístup“. Respektování obou termínů při úspěšné strukturaci řešení problémů někdy vyžaduje splynutí logického a systémového přístupu.

Logický přístup obecně člení zkoumaný problém na logické prvky (interpretované vlastní symboly) a určuje vztahy odvoditelnosti mezi nimi (interpretované nevlastní symboly). Touto cestou je vytvářen metajazyk, který umožňuje modelovat logickou strukturu zkoumaného problému. Výsledkem je model logické struktury v podobě metajazykového výrazu. Metajazyk přiřazuje metajazykovým výrazům významy.

Fyzikální poznatek prodělává během didaktické komunikace několik výrazných transformací. V zájmu úspěšné edukace v oblasti fyziky lze položit požadavek, aby vstupy a výstupy do jednotlivých transformací didaktické komunikace logickou strukturu měly (tj. aby systémy prvků např. učiva byly propojeny logickými vazbami). Rovněž vstup a výstup transformace didaktické komunikace, který vznikl didaktickou a edukační adaptací např. vědeckých pojmově-poznatkových systémů by si měl zachovat v zájmu principu vědeckosti původní logickou strukturu, byť uzpůsobenou potřebám a možnostem edukantů.

Systémový přístup obecně člení zkoumaný problém na strukturní prvky a určuje vzájemné vazby mezi nimi. Struktura hledaného systému je charakterizována funkcí struktury. Funkce struktury je způsob uspořádání strukturních prvků, funkce struktury pak popisuje roli strukturních prvků systému. Model struktury v podobě síťového grafu znázorňuje strukturní prvky a vztahy mezi nimi v souladu s funkcí struktury.

Splynutí logického a systémového přístupu při řešení problému je splynutím metajazykového výrazu a síťového grafu na základě zkoumání vymezeného problému. Funkce struktury bude přiřazovat síťovým grafům stejné významy jako metajazyk metajazykovým výrazům. Toto splynutí je možné pod podmínkou, že struktura systému je logická. Tento požadavek byl položen v souladu s principem vědeckosti na vstupy a výstupy transformací didaktické komunikace.

Vymezení funkce této struktury spočívá ve vymezení rovin poznávacího procesu a jejich takové uspořádání, aby byly řešeny nejen vědecké problémy didaktiky fyziky, ale aby bylo také rozvíjeno fyzikální myšlení edukantů. Rozvíjení fyzikálního myšlení je dáno osvojováním jako řešením problémů zprostředkovaným učitelem.

Roviny poznávacího procesu při řešení libovolného problému poznávání jsou identické, ať již jde o skutečné řešení vědeckého problému v předmětové didaktice nebo o řešení problému, které např. při výuce zprostředkovává edukantům učitel. V tom je specifikum předmětové didaktiky (a tedy i didaktiky fyziky) jako vědního oboru – předmětová didaktika musí řešit své vlastní vědecké problémy a součástí tohoto řešení je např. taková prezentace učiva, která umožňuje edukantům řešit problémy s pomocí učitele.

Tyto roviny lze vymežit hierarchicky uspořádanými rovinami:

1. „identifikace problému jako vymezení dosud nepoznané oblasti didaktiky fyziky nebo jako neosvojené oblasti fyzikálního poznání“,

2. „analýza složité oblasti a její rozčlenění na dílčí části“,
3. „abstrakce jako nalezení podstaty dílčích částí“,
4. „syntéza dílčích abstrakcí jako formulace podstatných závěrů“ a
5. „myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti didaktiky fyziky jako vyřešení problému nebo myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti fyzikálního poznání jako osvojení této oblasti edukantem“.

Struktura rovin poznávacího procesu je nazývána kognitivní strukturou řešení problémů poznávání a je modelována vhodnými metodami.

Logický a systémový přístup při hledání metod modelování struktury řešení problémů vede k potřebě nalezení několika typů metod modelování ať již při skutečném nebo zprostředkovaném řešení problému. Pro jednotlivé metody modelování lze zavést termíny „hierarchické modelování“, „analyticko-syntetické modelování“, „maticové modelování“ a „mikromatické modelování“.

Hierarchické modelování jen třídí pojmy a poznatky do jednotlivých rovin poznávacího procesu „identifikovaný problém“, „analytické rozčlenění na dílčí problémy“, „vymezení podstaty dílčích problémů pomocí abstrakce“, „syntetické formulování podstatných závěrů“ a „myšlenková rekonstrukce zkoumané oblasti reality“. Model má podobu skupin pojmů a poznatků soustředěných do jednotlivých rovin poznávacího procesu. Základním operačním poznatkem skrytým v hierarchickém modelu kognitivní struktury je schopnost „třídění“.

Analyticko-syntetické modelování již hledá vazby mezi pojmy a poznatky jednotlivých hierarchicky uspořádaných rovin poznávacího procesu. Model má podobu síťového grafu, na jeho začátku je „identifikovaný problém“ a na jeho konci je „vyřešený problém ve formě jeho myšlenkové rekonstrukce“. Základní operační poznatky skryté v analyticko-syntetickém modelu jsou schopnosti „analyzovat“, „abstrahovat a zobecňovat“, „syntetizovat“ a „provádět celkovou myšlenkovou rekonstrukci“.

Maticové modelování je cestou, jak dosažené výsledky řešení problémů jako jádra řešení problému uspořádat do vhodné posloupnosti a jak jednotlivé prvky posloupnosti vysvětlit pomocí potřebných významů a vazeb. Model má podobu makromatické s hlavní diagonálou obklopenou pojmově-poznatkovými oblastmi. Základní operační poznatek skrytý v makromatici je schopnost uspořádat dosažené výsledky řešení celé problémové oblasti tak, aby se staly sdělitelnými.

Mikromatické modelování je cestou, jak popsat různé způsoby řešení dílčích problémů složitější problémové oblasti vhodnými typy mikromatic. Mezi tyto mikromatice patří kvalifikační mikromatice a čtyři typy mikromatic kvantifikačních. Je pravděpodobné, že při zkoumání odlišných problémových oblastí (než tomu bylo v práci Záškodný, 2007a, [6]) budou objeveny další typy mikromatic. Základní operační poznatek skrytý v mikromatici je schopnost rozlišit různá uspořádání dosažených výsledků tak, aby se staly sdělitelnými řešení dílčích problémů.

3. Metody modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních – shrnutí

Metody modelování struktury podoby předávání fyzikálního poznání jsou obecně metodami modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních. Výsledné modely jsou nazývány trojúhelníkovými modely struktury pojmu a úrovněvými modely struktury pojmu. Metody modelování struktury pojmů na různých kognitivních úrovních budou stručně připomenuty podle prvního dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ a článku „Metody strukturační variantních forem kurikula“ (Záškodný, 2007a, [6]).

První metodou je trojúhelníkové modelování. Trojúhelníkový model struktury pojmu zobrazuje jádro pojmu, smysl pojmu a význam pojmu a vazby mezi nimi.

Druhou metodou je úrovněvé modelování struktury pojmu. Úrovněvé modely vycházejí z pěti kognitivních úrovní které souvisejí u jedince s individuálním vývojem poznání a interních pojmově-poznatkových systémů, nebo s historickým vývojem fyzikálního poznání a externích pojmově-poznatkových systémů. Přehled kognitivních úrovní je následující:

1. Prvotně empirická úroveň (zkušenostně empirická úroveň),
2. Empirická úroveň (vědecko empirická úroveň),
3. Parametricko symbolická (matematická) úroveň,

4. Strukturální úroveň,
5. Formální úroveň (úroveň formálních symbolů).

4. Obecný pohled na metody strukturace variantních forem kurikula – shrnutí

Obecný pohled na metody modelování pojmově-poznatkových systémů bude uveden podle prvního dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1. – Theory“ a jeho článku „Kognitivne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied“ (P.Tarábek, 2007, [2]).

Externí pojmově-poznatkové systémy mají svou strukturu, kterou je možné zjistit a modelovat různými metodami, např. vytvářením sítí (networking), strukturováním textu pomocí klíčových pojmů (concept structuring) a dalšími metodami. Systémově-logickou metodou je analyticko-syntetické modelování (P.Záškodný).

Interní pojmově-poznatkový systém je úplnou nebo neúplnou mentální reprezentací externího pojmově-poznatkového systému daného oboru. Jelikož jeho skutečná fyzická podoba není známa, pro jeho studium je používáno kognitivní modelování založené na poznatcích kognitivních věd o struktuře externích pojmů, poznatků a pojmově-poznatkových systémů. Běžně používanou metodou kognitivního modelování pojmových systémů je vytváření pojmových map. Tento postup nezávisle na jeho variantách modeluje interní a externí systémy pojmů vytvářením pojmových sítí a nezaobírá se vnitřní strukturou pojmu. Jiné metody, např. „concept tree method“, „analýza pojmových struktur-concept prototypes“ modelují převážně systémy pojmů a vazby mezi pojmy. Vnitřní strukturou pojmů se zabýval Vygotskij a na jeho práce navazují postupy modelování pojmů v kognitivní vědě orientované na umělou inteligenci. V návaznosti na koncepci Vygotského, koncepty sémantických sítí a sémantické modelování pojmů a poznatků byl vytvořen trojúhelníkový model struktury pojmu (P.Tarábek). Na základě trojúhelníkového modelu pojmové struktury se začala vyvíjet specifická metoda kognitivní analýzy a kognitivní syntézy externích vědeckých/odborných pojmů i jejich mentálních reprezentací, která umožňuje konstruovat kognitivní modely struktury externích i interních pojmů – tzv. trojúhelníkové modelování pojmové struktury.

V rámci 1. až 5. části článku autora P.Záškodného „konstrukce variantních forem kurikula“ druhého dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12] byly zvoleny k výběru metod modelování struktur variantních forem kurikula 2 cesty:

První cesta vyšla z metod modelování struktury řešení problémů poznávání (ať již skutečných problémů nebo problémů zprostředkovaných). Tyto metody byly zpracovány jedním ze spoluautorů monografie P.Záškodným. Tato cesta byla motivována především snahou pojmut výuku jako takové řešení problémů edukanty, které je zprostředkováváno učitelem. Dalším motivem bylo respektovat část definice „didaktické komunikace fyziky“: „didaktická komunikace jako souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání“. Hierarchické, analyticko-syntetické, maticové a mikromaticové modelování tuto snahu respektuje. Tato cesta umožňuje konstruovat i modely řešení vědeckých problémů např. didaktiky fyziky.

Druhá cesta vyšla z metod kognitivního modelování a je specifitější cestou vedoucí k respektování potřeb edukačního procesu fyziky. Tyto metody byly zpracovány druhým ze spoluautorů monografie P.Tarábkem. Trojúhelníkové a úrovněvé modelování struktur didaktických pojmů je jako strukturace podob předávání fyzikálního poznání nepostradatelným partnerem pro strukturaci předávání fyzikálního poznání.

5. Struktura variantní formy kurikula – cesta k matematickému modelování

K úplnému popisu tří základních rysů strukturální koncepce didaktiky fyziky je potřebné doplnit popis **obecné struktury libovolné variantní formy kurikula**. K popisu budou využity práce M.Pasche a kol., 2005, [7], P.Záškodného, 1983, [8] a J.Fenclové-Brockmeyerové, 1980, [9].

Struktura variantní formy kurikula je tvořena čtyřmi hierarchicky uspořádanými substrukturami a), b), c), d):

a) Smysl a pojetí variantní formy kurikula (označení substruktury: index *SP*)

- b) Soustava cílů variantní formy kurikula (označení substruktury: index C)
- c) Forma existence pojmově-poznatkového systému variantní formy kurikula (označení substruktury: index PPS)
- d) Faktory transformace variantní formy kurikula na navazující variantní formu (označení substruktury: index F)

Jakmile je vymezen smysl a pojetí variantní formy kurikula lze se zabývat jeho soustavou cílů. Obě substruktury pak determinují konstrukci a vyjadřování třetí substruktury – struktury pojmově-poznatkového systému. Je-li zkonstruována a vyjádřena třetí substruktura je nutno stanovit faktory transformace na navazující variantní formu kurikula.

Variantních forem kurikula, které jsou v této kapitole brány v úvahu, je šest:

- konceptuální kurikulum (zkratka CC – conceptual curriculum),
- zamýšlené kurikulum (zkratka IC – intended curriculum),
- projektové kurikulum (zkratka PC – projected curriculum),
- implementované kurikulum-1 (zkratka IMC^1 – implemented curriculum-1),
- implementované kurikulum-2 (zkratka IMC^2 – implemented curriculum-2),
- dosažené kurikulum (zkratka AC – attained curriculum).

Libovolná variantní forma kurikula bude označena VFC^i (index i nabývá hodnot $i = 0, 1, 2, 3a, 3b, 4, 5$, hodnota indexu $i = 0$ je přidělena vstupnímu nekurikulárnímu prvku VSF – vědeckému systému fyziky).

Variantní formy PC a IMC^1 se sdružují jako výstup transformace T^3 a vstup do transformace T^4 . Toto sdružení bude vyjádřeno přidělením hodnot indexu $i = 3a$ a $i = 3b$, variantní formy PC a IMC^1 však budou zkoumány odděleně.

Struktura každé ze šesti variantních forem kurikula a vstupní nekurikulární prvek (vědecký systém fyziky VSF) mají tři substruktury označené indexy SP , C a PPS :

$$\begin{aligned}
 - VSF &= VSF_{SP} + VSF_C + VSF_{PPS}, & \text{tj. } VFC^0 &= VFC_{SP}^0 + VFC_C^0 + VFC_{PPS}^0 \\
 - CC &= CC_{SP} + CC_C + CC_{PPS}, & \text{tj. } VFC^1 &= VFC_{SP}^1 + VFC_C^1 + VFC_{PPS}^1 \\
 - IC &= IC_{SP} + IC_C + IC_{PPS}, & \text{tj. } VFC^2 &= VFC_{SP}^2 + VFC_C^2 + VFC_{PPS}^2 \\
 - PC &= PC_{SP} + PC_C + PC_{PPS}, & \text{tj. } VFC^{3a} &= VFC_{SP}^{3a} + VFC_C^{3a} + VFC_{PPS}^{3a} \\
 - IMC^1 &= IMC_{SP}^1 + IMC_C^1 + IMC_{PPS}^1, & \text{tj. } VFC^{3b} &= VFC_{SP}^{3b} + VFC_C^{3b} + VFC_{PPS}^{3b} \\
 - IMC^2 &= IMC_{SP}^2 + IMC_C^2 + IMC_{PPS}^2, & \text{tj. } VFC^4 &= VFC_{SP}^4 + VFC_C^4 + VFC_{PPS}^4 \\
 - AC &= AC_{SP} + AC_C + AC_{PPS}, & \text{tj. } VFC^5 &= VFC_{SP}^5 + VFC_C^5 + VFC_{PPS}^5
 \end{aligned}$$

Každá transformace T^1 až T^5 (obecně: každá transformace T^i pro $i = 1, 2, 3, 4, 5$) je tvořena třemi subtransformacemi SPT^1 až SPT^5 , CT^1 až CT^5 a DT^1 až DT^5 ,

- kde SPT^1 až SPT^5 jsou transformace smyslu a pojetí předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde CT^1 až CT^5 jsou transformace soustavy cílů předcházející variantní formy kurikula na navazující variantní formu kurikula,
- kde DT^1 až DT^5 jsou již známé didaktické transformace pojmově-poznatkového systému předcházející variantní formy kurikula na pojmově-poznatkový systém navazující variantní formu kurikula.

Provedení každé transformace T^1 až T^5 je dáno faktorem F^1 až F^5 , lze tedy zapsat, že provedení T^1 = aplikace F^1 až provedení T^5 = aplikace F^5 . Hodnoty horních indexů faktorů budou později upřesněny.

Souhrn předcházejících úvah ukazuje, že strukturace variantních forem kurikula vyžaduje vytvoření celkem $6 \times 3 = 18$ modelů substruktur 6 variantních forem kurikula (pokud není brán v úvahu vstupní nekurikulární prvek VSF – vědecký systém fyziky).

Dále tento souhrn ukazuje, že provedení 5 transformací $T^1 = F^1$ až $T^5 = F^5$ vyžaduje provedení 15 dílčích transformací (SPT^1 až SPT^5 , CT^1 až CT^5 , DT^1 až DT^5) a znalost 5 celkových faktorů F^1 až F^5 transformací T^1 až T^5 (není vyloučeno, že faktory F^1 až F^5 bude potřebné rozčlenit na subfaktory dílčích transformací).

Úplná strukturace variantních forem kurikula zřejmě vyžaduje vytvořit 18 modelů substruktur 6 variantních forem kurikula (a případně 3 modely substruktur nekurikulárního prvku VSF – vědeckého systému fyziky). Vytvoření 18 modelů vyžaduje znalost 5 faktorů transformací T^1 až T^5 (ne-li 15 subfaktorů dílčích transformací SPT^1 až SPT^5 , CT^1 až CT^5 , DT^1 až DT^5).

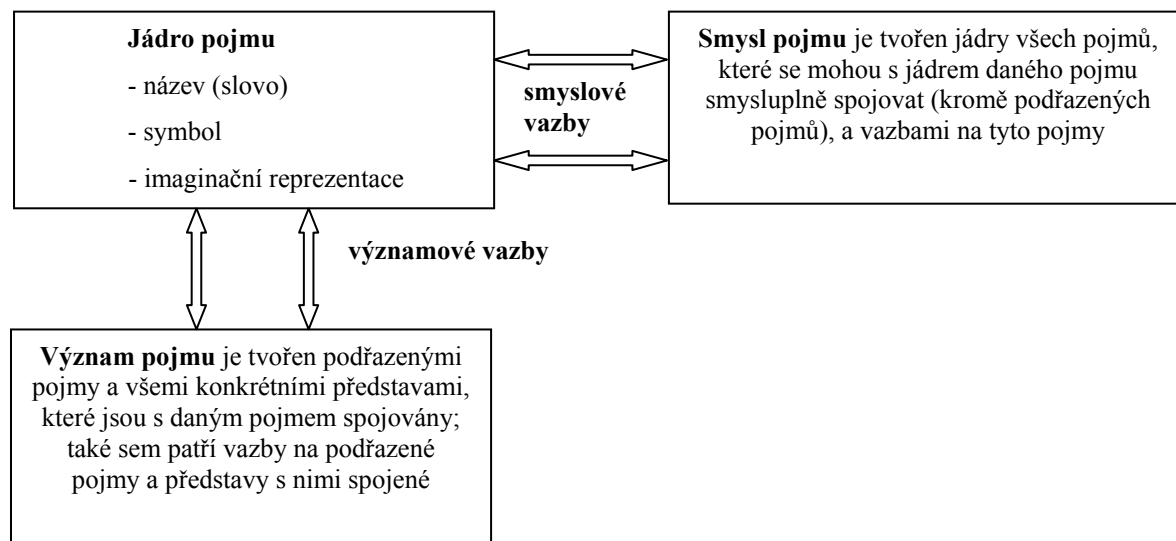
Vymezených $18+5=23$ problémů strukturace variantních forem kurikula ukazuje, jak strukturovat následující, dosud nestrukturovaný současný stav a), b), c) a d):

- a) Je k dispozici řada prací, které se zabývají smyslem a pojetím edukačního procesu fyziky jako celku (tj. smyslem a pojetím kurikulárního procesu fyziky).
- b) Je rovněž k dispozici řada prací, které zkoumají soustavu cílů a člení ji např. v rámci didaktiky fyziky na obecné cíle jako profil absolventa a klíčové kompetence, na cíle přírodovědného vzdělávání, na cíle výuky fyziky a na specifické cíle výuky fyziky. Nebo mohou být členěny na cíle v oblasti obsahu učiva (především kognitivní cíle jako osvojení obsahu učiva podle Brunerova vymezení povahy a vnitřního řádu struktury učiva) a na cíle v oblasti procesu učení (především kognitivní cíle jako osvojení učebních činností podle Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů). Po výběru a analýze obecných cílů vyučování pak následuje formulace konkrétních cílů výuky.
- c) Struktury pojmově-poznatkových systémů jsou většinou modelovány pomocí pojmových map především v rámci didaktických pojmově-poznatkových systémů a v rámci projektových pojmově-poznatkových systémů vyjádřených např. učebními texty.
- d) Rovněž faktory transformací T^1 až T^5 didaktické komunikace v rámci daného školního předmětu (tj. transformací variantních forem kurikula tvořících kurikulární proces daného školního předmětu) jsou obvykle popsány obecně a nestrukturovaně.

5.1. Model struktury pojmu „Variantní forma kurikula“

Model struktury pojmu „i-tá variantní forma kurikula“ lze popsat pomocí Obr.1. Na tomto obrázku je na základě prací P.Tarábka uveden podle P.Záškodného, 2007a, [6] základní trojúhelníkový model struktury libovolného pojmu.

Obr.1: Trojúhelníkový model struktury pojmu



Popis trojúhelníkového modelu pojmu „i-tá variantní forma kurikula“:

a) Jádro pojmu

Název: i-tá variantní forma kurikula

Symbol: VFC^i (index i nabývá hodnot $i = 0, 1, 2, 3a, 3b, 4, 5$)

Imaginační reprezentace:

- Hodnota indexu $i = 0$ je přidělena vstupnímu nekurikulárnímu prvku VSF – vědeckému systému fyziky,
- Hodnota indexu $i = 1$ je přidělena konceptuálnímu kurikulu CC ,
- Hodnota indexu $i = 2$ je přidělena zamýšlenému kurikulu IC ,
- Hodnota indexu $i = 3a$ je přidělena projektovému kurikulu PC ,
- Hodnota indexu $i = 3b$ je přidělena implementovanému kurikulu-1 IMC^1 ,
- Hodnota indexu $i = 4$ je přidělena implementovanému kurikulu-2 IMC^2 ,
- Hodnota indexu $i = 5$ je přidělena dosaženému kurikulu AC

Poznámka: Variantní formy PC a IMC^1 se sdružují jako výstup transformace T^3 a vstup do transformace T^4 . Toto sdružení bude vyjádřeno přidělením hodnot indexu $i = 3a$ a $i = 3b$, variantní formy PC a IMC^1 však budou zkoumány odděleně.

b) Smysl pojmu

Jádra souřadných pojmů: Variantní formy kurikula VFC^k , pro $k \neq i$

Jádro nadřazeného pojmu: Kurikulární proces

Pojem „Kurikulární proces fyziky“ je definován jako posloupnost transformačně na sebe navazujících variantních forem kurikula (prvním a jediným „nekurikulárním“ členem této posloupnosti je „obsah fyzikální vědy jako

vědecký systém fyziky“, transformační návaznost odpovídající transformacím T^1 až T^5 didaktické komunikace fyziky je označena šípkami $\rightarrow$):

Vědecký systém fyziky $VFC^0 \rightarrow$ Konceptuální kurikulum VFC^1

Konceptuální kurikulum $VFC^1 \rightarrow$ Zamýšlené kurikulum VFC^2

Zamýšlené kurikulum $VFC^2 \rightarrow$ Projektové kurikulum VFC^{3a} a Implementované kurikulum-1 VFC^{3b}

Projektové kurikulum VFC^{3a} a Implementované kurikulum-1 $VFC^{3b} \rightarrow$ Implementované

kurikulum-2 VFC^4

Implementované kurikulum-2 $VFC^4 \rightarrow$ Dosažené kurikulum VFC^5

c) Smyslové vazby

Transformace T^1 až T^5 mezi variantními formami kurikula VFC^i (index i nabývá hodnot $i = 0, 1, 2, 3a, 3b, 4, 5$) jsou označeny šípkami s vyznačenou transformací nad šípkou. V závorkách jsou připomenuty transformující se variantní formy kurikula VFC^i (index i nabývá hodnot $i = 0, 1, 2, 3a, 3b, 4, 5$)

$$(VFC^0) \xrightarrow{T^1} (VFC^1)$$

$$(VFC^1) \xrightarrow{T^2} (VFC^2)$$

$$(VFC^2) \xrightarrow{T^3} (VFC^{3a}, VFC^{3b})$$

$$(VFC^{3a}, VFC^{3b}) \xrightarrow{T^4} (VFC^4)$$

$$(VFC^4) \xrightarrow{T^5} (VFC^5)$$

Z transformací T^1 až T^5 je pro i -tou variantní formu kurikula VFC^i podstatná transformace T^i , která je vytvářející transformací variantní formy VFC^i pomocí faktoru transformace F^{i-1} . Faktor transformace F^{i-1} je strukturním prvkem variantní formy kurikula VFC^{i-1} .

Další podstatnou transformací je pro i -tou variantní formu kurikula VFC^i transformace T^{i+1} , která je naopak vytvářena faktorem transformace F^i . Faktor transformace F^i je strukturním prvkem struktury zkoumané i -té variantní formy kurikula VFC^i .

d) Význam pojmu

Podřadné pojmy:

Strukturní prvky i -té variantní formy kurikula $VFC^i : VFC_{SP}^i, VFC_C^i, VFC_{PPS}^i, F^i$

Strukturní prvky $(i-1)$ -ní variantní formy kurikula $VFC^{i-1} : VFC_{SP}^{i-1}, VFC_C^{i-1}, VFC_{PPS}^{i-1}, F^{i-1}$

Strukturní prvky $(i+1)$ -ní variantní formy kurikula $VFC^{i+1} : VFC_{SP}^{i+1}, VFC_C^{i+1}, VFC_{PPS}^{i+1}, F^{i+1}$

e) Významové vazby

Významové vazby jsou subtransformace

$$SPT^i, CT^i, DT^i \text{ transformace } T^i,$$

která je vytvářející transformací i -té variantní formy kurikula VFC^i . Není vyloučeno, že faktor transformace F^{i-1} (který generuje transformaci T^i jako strukturní prvek $(i-1)$ -ní variantní formy kurikula VFC^{i-1}) by měl být složen ze tří subfaktorů

$$F_{SP}^{i-1}, F_C^{i-1} \text{ a } F_{PPS}^{i-1},$$

které vytvářejí strukturní prvky

$$VFC_{SP}^i, VFC_C^i, VFC_{PPS}^i \text{ } i\text{-té variantní formy kurikula } VFC^i.$$

Významové vazby jsou také subtransformace

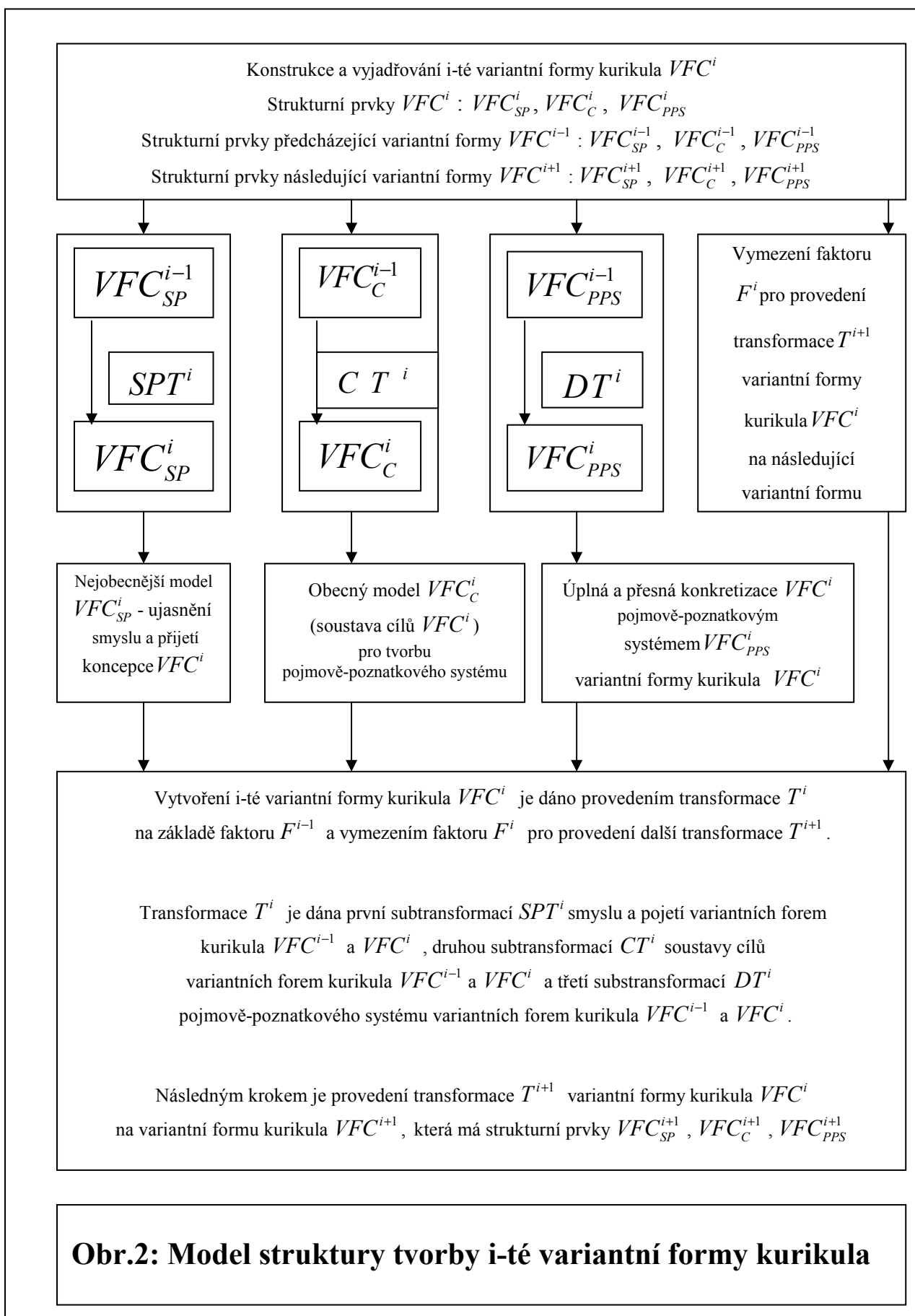
$$SPT^{i+1}, CT^{i+1}, DT^{i+1} \text{ transformace } T^{i+1},$$

která je vytvářející transformací $(i+1)$ -té variantní formy kurikula VFC^{i+1} . Transformace T^{i+1} je vytvářena faktorem transformace F^i , který je strukturním prvkem i -té variantní formy kurikula VFC^i . Není vyloučeno, že faktor transformace F^i by měl být rovněž složen ze tří subfaktorů

$$F_{SP}^i, F_C^i \text{ a } F_{PPS}^i.$$

5.2. Model struktury tvorby variantní formy kurikula

Popsaný model struktury pojmu „ i -tá variantní forma kurikula“ umožňuje použít metody analyticko-syntetického modelování (viz Záškodný, 2007a, [6]) struktury řešení vědeckého problému didaktiky fyziky „jak zkonstruovat a vyjádřit i -tou variantní formu kurikula VFC^i “. Model je uveden na Obr.2 a označení v obrázku používaná jsou totožná s označeními popsány v předcházejícím odstavci.



6. Modelované a nemodelované substrukтуры variantních forem kurikula

V druhém dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12] byly v rámci konstrukcí a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula z 23 vymezených problémů zkoumány **konstrukce a vyjadřování následujících substruktur variantních forem kurikula**:

- konceptuální kurikulum: substruktura CC_{PPS} (viz 1.část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- zamýšlené kurikulum: substrukтуры IC_{SP} , IC_C , IC_{PPS} (viz 2. část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- projektové kurikulum: substruktura PC_{PPS} (viz 3. část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- implementované kurikulum-1: substruktura IMC_{PPS}^1 (viz 3. část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- implementované kurikulum-2: substruktura IMC_{PPS}^2 (viz 4. část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)
- dosažené kurikulum: AC_{PPS} (viz 5.část článku “Konstrukce variantních forem kurikula”)

Z 23 vymezených problémů bylo tedy modelováno 8 problémů, v převážné míře formy existence externích a interních pojmově-poznatkových systémů jako postupně se transformujícího učiva (CC_{PPS} , IC_{PPS} , PC_{PPS} , IMC_{PPS}^1 , IMC_{PPS}^2 , AC_{PPS}). Pouze v oblasti zamýšleného kurikula byla zkoumána rovněž otázka smyslu a pojetí zamýšleného kurikula (IC_{SP}) jako smyslu a pojetí didaktického systému fyziky a soustavy cílů zamýšleného kurikula (IC_C) jako soustavy cílů didaktického systému fyziky.

V druhém dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12] byla v rámci konstrukcí a vyjadřování jednotlivých substruktur variantních forem kurikula v 1. až 5. části článku “Konstrukce variantních forem kurikula” použita **následující konkretizace faktorů transformace variantních forem kurikula** (Zášková, Fenclová-Brockmeyerová, 2007a, [6]):

- 1) **Východiskové koncepte fyzikálního vzdělávání** - Systémová koncepte jako základ pro tvorbu vědeckého systému fyziky z hlediska jeho sdělitelnosti.
- 2) **Koncepte a cíle vzdělávání** - Soustava cílů je konkrétním vyjádřením smyslu a koncepte vyučovacího předmětu a je současně obecným podkladem pro tvorbu didaktického systému a výukového projektu fyziky.
- 3) **Metodika výuky** - Metodika jako nejstarší oblast didaktiky fyziky je dobře rozpracována a disponuje širokým spektrem metod, postupu a forem výuky.
- 4) **Kvalifikace aktérů vzdělávání** - Učitel je se svou kvalifikací a kompetencemi klíčovým faktorem výukového procesu.
- 5) **Kognitivní úroveň edukantů** - Determinující vstupní prvek pro přizpůsobení strukturních jednotek (jednotek učiva) potřebám a možnostem edukantů v didaktickém systému fyziky, ve výukovém projektu fyziky a v průběhu samotné výuky.
- 6) **Vstupní a výstupní znalosti edukantů** - Předpokládané vstupní a výstupní znalosti jsou dalším determinujícím prvkem pro tvorbu didaktického systému fyziky, výukového projektu fyziky a pro přípravu učitele na výuku a průběh samotné výuky.

Souhrnně lze konstatovat, že 1. až 5. kapitola druhého dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12] vycházely ze systémové koncepce jako východiskové koncepce fyzikální edukace a z nepřetržitého respektování potřeb a možností adresátů fyzikální edukace při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula.

Z uvedeného výčtu modelovaných substruktur v druhém dílu monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.2. – Methods“, [12] je zřejmé, že z vymezených 23 problémů strukturace variantních forem kurikula bylo řešeno problémů 8. Navíc znalost 5 faktorů (nebo dokonce 15 subfaktorů) transformací T^1 až T^5 byla redukována na globální vystižení faktorem jediným – respektování systémové koncepce jako východiskové koncepce fyzikální edukace a nepřetržité respektování potřeb a možností adresátů fyzikální edukace při konstrukci a vyjadřování jednotlivých variantních forem kurikula.

Lze se domnívat, že předkládaný třetí díl monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3. – Applications“ tento současný stav (8 modelovaných substruktur, globální vystižení faktorů transformace variantních forem kurikula) pomůže změnit. Alespoň kvantitativním potvrzením, že substrukтуры a celkové struktury variantních forem kurikula a jejich modelování není záležitostí jen didaktiky fyziky a oborové didaktiky přírodních věd, ale také dalších předmětových didaktik, případně i předmětových didaktik ze zcela odlišných didaktik oborových.

Pokud bude navozen stav vědeckého zkoumání a modelování jak globálního kurikulárního procesu, tak i jednotlivých substruktur dílčích variantních forem kurikula, pak předkládaný třetí díl monografie „Educational and Didactic Communication 2007, Vol.3. – Applications“ splní svou roli.

LITERATURA

- [1] Tarábek,P. (2007). Didaktická komunikace fyziky a její struktura. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Tarábek,P. (2007a) Kognitívne termíny v teórii didaktickej komunikácie prírodných vied. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Záškodný,P. (2007) Didaktická komunikace fyziky a kurikulární proces. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [4] Záškodný,P., Fenclová-Brockmeyerová,J. (2007) Strukturální koncepce didaktiky fyziky. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [5] Šimoník,O., Škrabánková,J. (2005) Model of Logical Structure of the Educational Process. In: Tarábek,P., Záškodný,P.: Modern Tendencies in Textbook Creation. Frankfurt a.M, Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [6] Záškodný,P. (2007a) Metody strukturace variantních forem kurikula. In: Educational and Didactic Communication 2007, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [7] Pasch,M., Gardner,T.G., Langer,G.M., Stark,A.J., Moody,C.D.(1995, 2005) Teaching as decision making. New York: Longman. Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Praha: Portál
- [8] Záškodný,P. (1983) Metodologie tvorby didaktického systému fyziky. Kandidátská disertační práce. Praha: Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy
- [9] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1980) K perspektívám didaktického systému fyziky. Závěrečná zpráva výzkumu VIII-5-4/2. Praha: KVVf, Československá akademie věd
- [10] Fenclová-Brockmeyerová,J. (1982) Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN
- [11] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007) Educational and Didactic Communication, Vol.1-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [12] Tarábek,P., Záškodný,P. (2007a) Educational and Didactic Communication, Vol.2-Methods. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis

ANALYTICAL SYNTHETIC MODELS OF PROBLEM SOLVING

ANALYTICKO-SYNTETICKÉ MODELY ŘEŠENÍ PROBLÉMU

Petr Procházka

South Bohemia University, Ceske Budejovice, Czech Republic
Institute of Applied Economic Studies, Czech Republic

Přemysl Záškodný

South Bohemia University, Ceske Budejovice, Czech Republic
Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic

Reviewer: Ing. Karel Strnad, CSc.

Institute of Applied Economic Studies, Czech Republic

Key words

Cognitive architecture, Artificial intelligence, Theory of curriculum, Analytical synthetic modeling, Mathematical integration, Machine learning

Abstract

The authors are issuing from the theory of educational communication as theory of curriculum which has come into being in Czech Republic. In the framework of this theory the authors are using analytical synthetic modeling of individual forms of existence of curriculum. The authors are assuming the analytical synthetic modeling is one from the forms of cognitive architecture of artificial intelligence. The illustration (see [7], [8]) of analytical synthetic modeling was shown by means of modeling the cognitive structure of mathematical integration (see [7]) as an example of machine learning.

CONTENT

1. Introduction – Cognitive Architecture and Artificial Intelligence
2. Curricular Process
 - 2.1. Curriculum transformations within educational and didactic communications
 - 2.2. Cognitive modeling and curricular process
3. Analytical synthetic modeling
4. Application of Analytical Synthetic Models – Machine Learning and Cognitive Systems
 - 4.1 Analytical synthetic model of mathematic integration as an application on machine learning (cognitive system CS1 is prepared for learning)
 - 4.2. Analytical synthetic model of illustration of mathematical integration for concrete elemental function (cognitive system CS2 is setting a good example)
 - 4.3. Analytical synthetic model of illustration of mathematical integration for more complex functions (cognitive system CS3 is learning)
5. Conclusions
- References

1. INTRODUCTION – COGNITIVE ARCHITECTURE AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

a) A Quotation for connection of “cognitive modeling” and “architecture”

In order to account for the functional character of intentional action, we need a somewhat sophisticated model of intention, and a different view of layered cognitive architectures combining explicit beliefs and goals with association and conditioning

C.Castelfranchi, Dpt. of Communication Sciences, University of Siena, Italy

In: Journal of Cognitive Systems Research, 2(2001),5-38 (see [16])

Elsevier, www.elsevier.com/locate/cogsys)

b) A Quotation for approximation of concept “architecture”

The word “architecture” is typically used to refer to a design for a system that can be decomposed into functionally distinct parts

C.M.Kennedy, School of Computer Science, University of Birmingham, UK

A.Sloman, School of Computer Science, University of Birmingham, UK

In: Journal of Cognitive Systems Research, 4(2003), 89-117 (see [17])

Elsevier, www.elsevier.com/locate/cogsys

c) A Quotation for approximation of concept “cognitive system” and “its architecture”

A fundamental approach of cognitive science is to understand cognitive systems by separating them into modules.

The architecture of such systems (including biological systems) is constrained into a form called the recommendation architecture, with a primary separation between clustering and competition

L.A.Coward, School of Information Technology, Murdoch University, Australia

In: Journal of Cognitive Systems Research, 2(2001),111-156 (see [18])

Elsevier, www.elsevier.com/locate/cogsys)

d) A Quotation for connection of “cognitive science” and “artificial intelligence” by means of “functional theory of mind”

Cognitive science and artificial intelligence have been dominated by computationalism and functional theory of mind since the early development of computer programs.

Connectionist learning could be used to map “the world” onto mental symbols and thus imbue the syntactic elements of the functionalist theory of mind with meaning.

N.E.Sharkey, Dpt. of Computer Science, University of Sheffield, UK

T.Ziemke, Dpt. of Computer Science, University of Skövde, Sweden

In: Journal of Cognitive Systems Research, 2(2001),251-262 (see [19])

Elsevier, www.elsevier.com/locate/cogsys)

e) A Quotation for connection of “theory of cognition” and “learning and problem solving”

ACT-R (Atomic components of thought) is a unified theory of cognition with deep roots in human memory, and it has been successfully applied to a wide range of empirical phenomena in psychology including memory, learning and problem solving, decision making, and perception and action.

C.Lebiere, Human Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University, USA

F.J.Lee, Dpt. of Cognitive Science, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy (NY), USA

In: Journal of Cognitive Systems Research, 3(2002), 57-65 (see [20])

Elsevier, www.elsevier.com/locate/cogsys)

2. CURRICULAR PROCESS

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [12]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1], [2], [6], [9], [13], [14]).

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” (see [10]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism ((see [11]).

2.1. Curriculum transformations within educational and didactic communication

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations (so called **Curricular Process**) is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application. (**Attained Curriculum**)

2.2. Cognitive modeling and curricular process

Within the framework of described **curricular process** it was necessary to express and communicate suitably knowledge of relevant scientific branch. For this purpose new methods were brought up which reflected cognitive structure of concepts and knowledge (P.Tarabek, P.Zaskodny). These methods emanate from analytical synthetic modeling cognitive structures (see [3], [4], [6], [12]) and from hierarchically arranged levels of concept knowledge systems (see [5], [6], [12]). General model of cognitive structure of investigated problem is consisting in analytical synthetic modeling of concrete investigated problem. The structures of variant forms of curriculum can be taken as various types of cognitive structures.

Analytical synthetic modeling as individual form of cognitive modeling should be applied above all in the area of conceptual and intended curricula. And relevant analytical synthetic model of intended curriculum should be presented in all the parts of projected curriculum. It is not possible to eliminate the analytical synthetic models of implemented and attained curricula could be by very good documents for evaluation of educational (if need be also research) process.

3. ANALYTICAL SYNTHETIC MODELING

Analytical-synthetic model of cognitive structure is described by means of both figure Fig.1 and Legend to Fig.1.

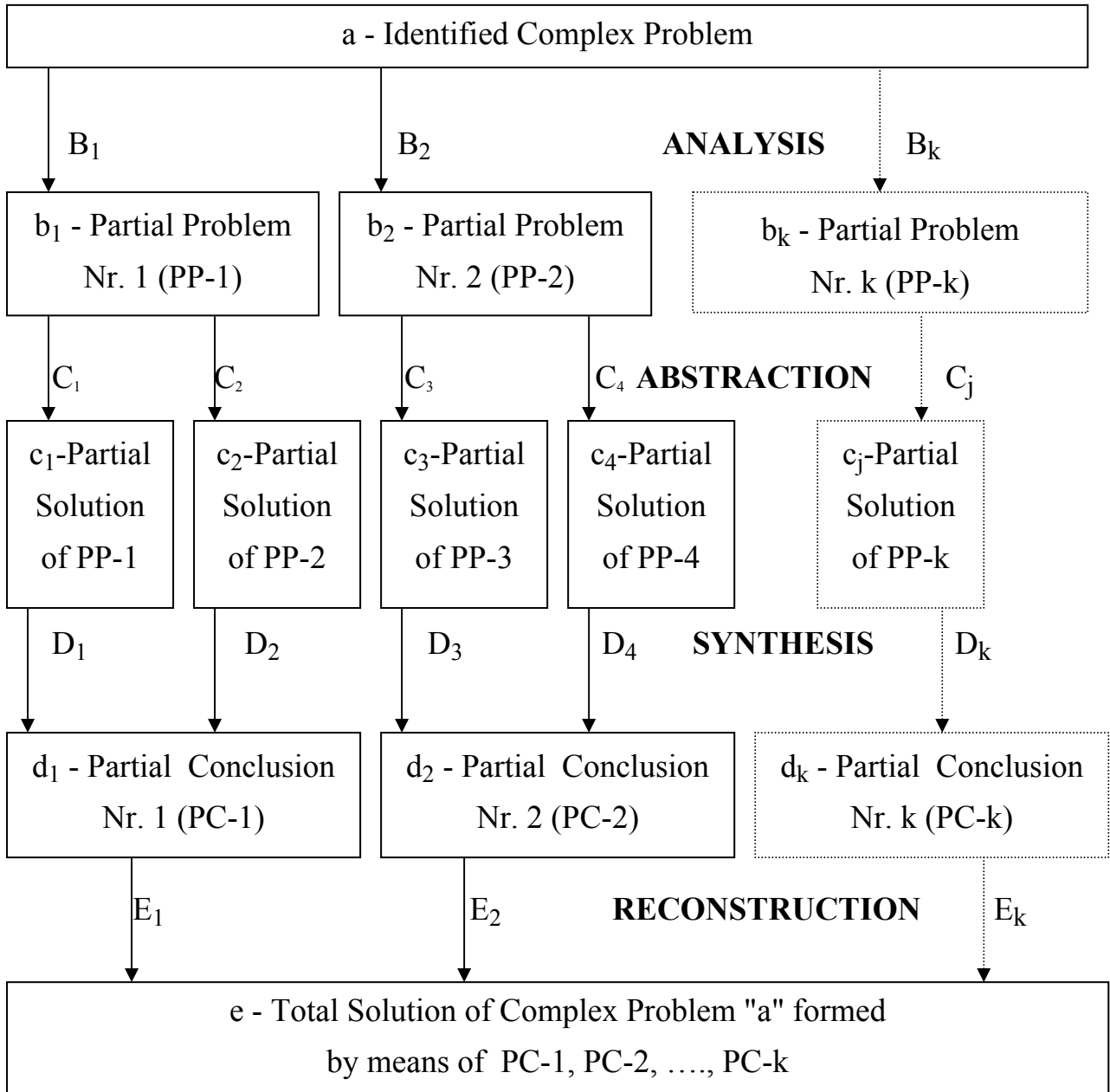


Fig. 1 General model of analytical-synthetic (cognitive) structure

Legend to Fig.1:

a - (Identified Complex Problem) - Investigated area of reality, investigated phenomenon,

B_k - (Analysis) - Analytical lay out within the framework of corresponding knowledge level,

b_k - (Partial Problems PP-k) - Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon,

C_k - (Abstraction) - Qualification of abstraction essences within the framework of corresponding knowledge level,

c_k - (Partial Solutions of PP-k) - Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge, various relationship,

D_k - (Synthesis) - Synthetic finding of dependences among the results of abstraction within the framework of corresponding knowledge level,

d_k - (Partial Conclusions PC-k) - Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.,

E_k - (Intellectual Reconstruction) - Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality, and

e - (Total Solution of Complex Problem "a")- Result of intellectual reconstruction: analytical-synthetic structure of conceptual knowledge system.

The models of conceptual and intended curricula in area of physics education were presented in books [13]. Presented models reflect the tendencies of modern theory of curriculum in physics and science educations (see [14].

Model of cognitive structure of physics in this form was published for the first time in textbook „Survey of Principles of Theoretical Physics (with application on radiology)“ (see [15]) – the authors are assuming it is one from the first steps to artificial intelligence in the area of education processes.

4. APPLICATION OF ANALYTICAL SYNTHETIC MODELS – MACHINE LEARNING AND COGNITIVE SYSTEMS

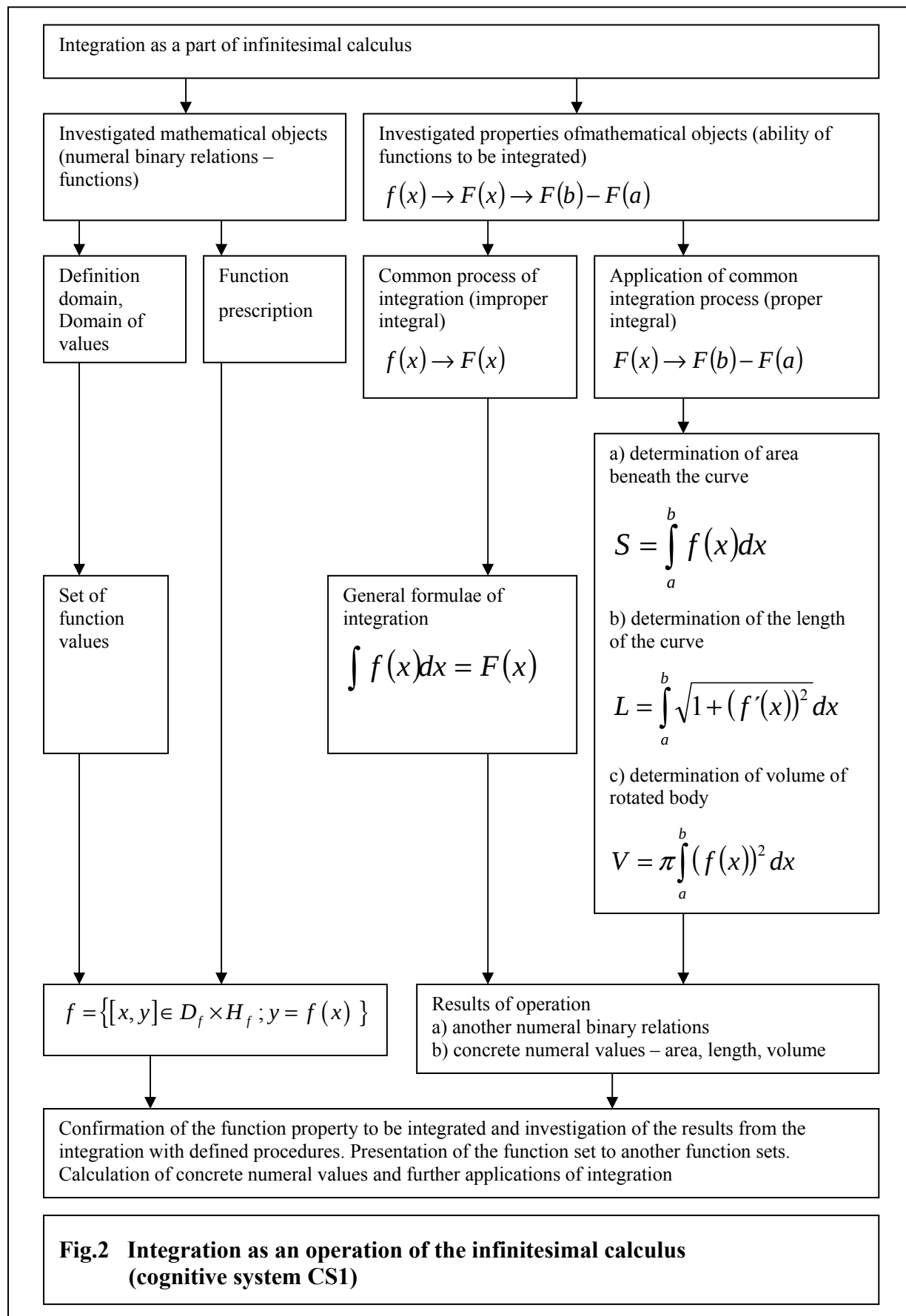
Analytical synthetic models represent cognitive structures and can be arranged into cognitive systems and these systems can be implemented into cognitive architectures. Because these models outline the curriculum of knowledge, we can make output from the models, which can serve for learning the machines to process some task.

How to create the output? We can divide the models into cognitive subsystems which plays a specific role in solving requested task. We show the principle on the analytical synthetic model of mathematic integration (see [7]) in chapter 4.1.

4.1 Analytical synthetic model of mathematic integration as an application on machine learning (cognitive system CS1 is prepared for learning)

Integration is a part of infinitesimal calculus. We can apply the integration e.g. in mathematical analysis for determination of area beneath the curve, determination of the length of the curve and determination of volume of the rotated body.

First we have to learn the basic knowledge about the integration. We can divide this learning into the learning about functions which shall be integrated and the property of function (ability of function to be integrated). Without this knowledge, we do not know what we shall do. The same is to teach a machine the basic and general information about integration. The arrangement of the information can be done via analytical synthetic model (see Fig 2).



First we have to learn about the functions. This is done via the left part of model which leads to the mathematical definition of functions. The right part of model is analysis of integration itself. This part outlines the general knowledge of integration and its rules. All together helps to place the mathematical integration into the frame of mathematical operations.

4.2. Analytical synthetic model of illustration of mathematical integration for concrete elemental function (cognitive system CS2 is setting a good example)

The second task is to establish the integration closely. Proper integral shall be established the first. Because the integral is defined as the area beneath the curve $y = f(x)$, we calculate the area with geometric methods. This calculation is outlined in first quantification of the model. By generalization of proper integral we get the characteristics and form of improper integral. This is presented in second quantification of model on the basis of concrete linear function $y = px + q$ for $p=1, q=0$ (see Fig 3).

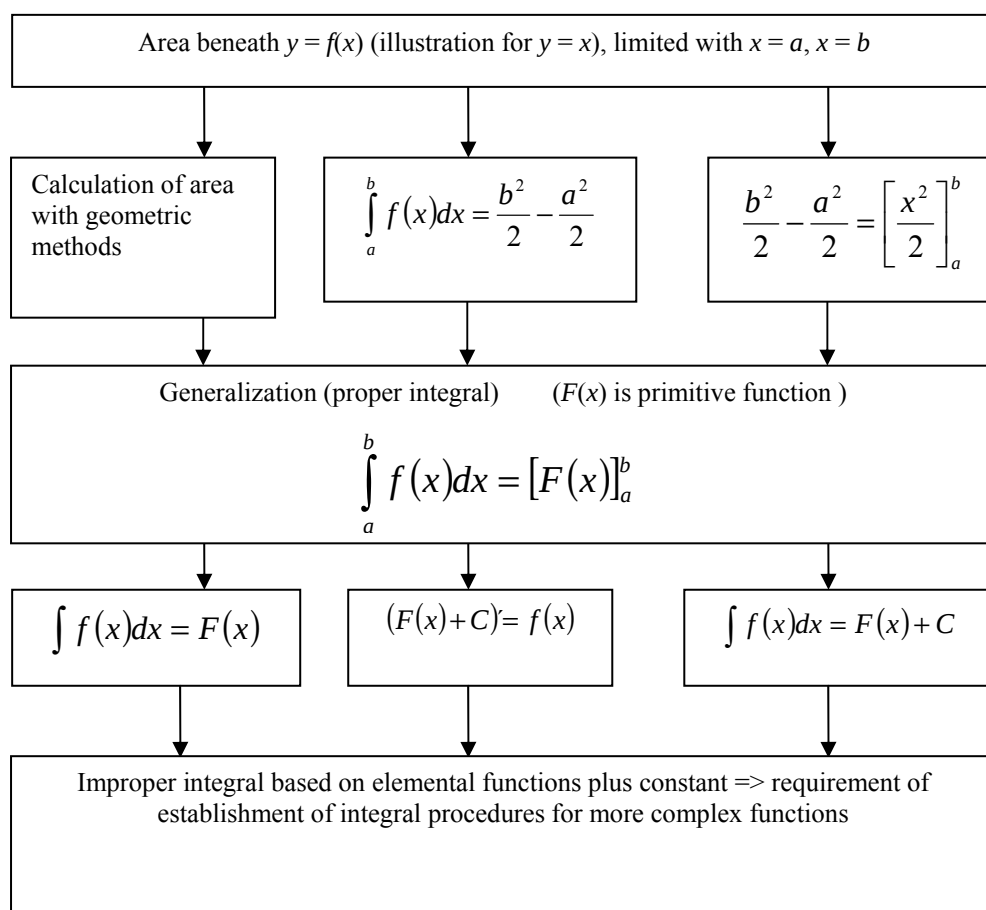
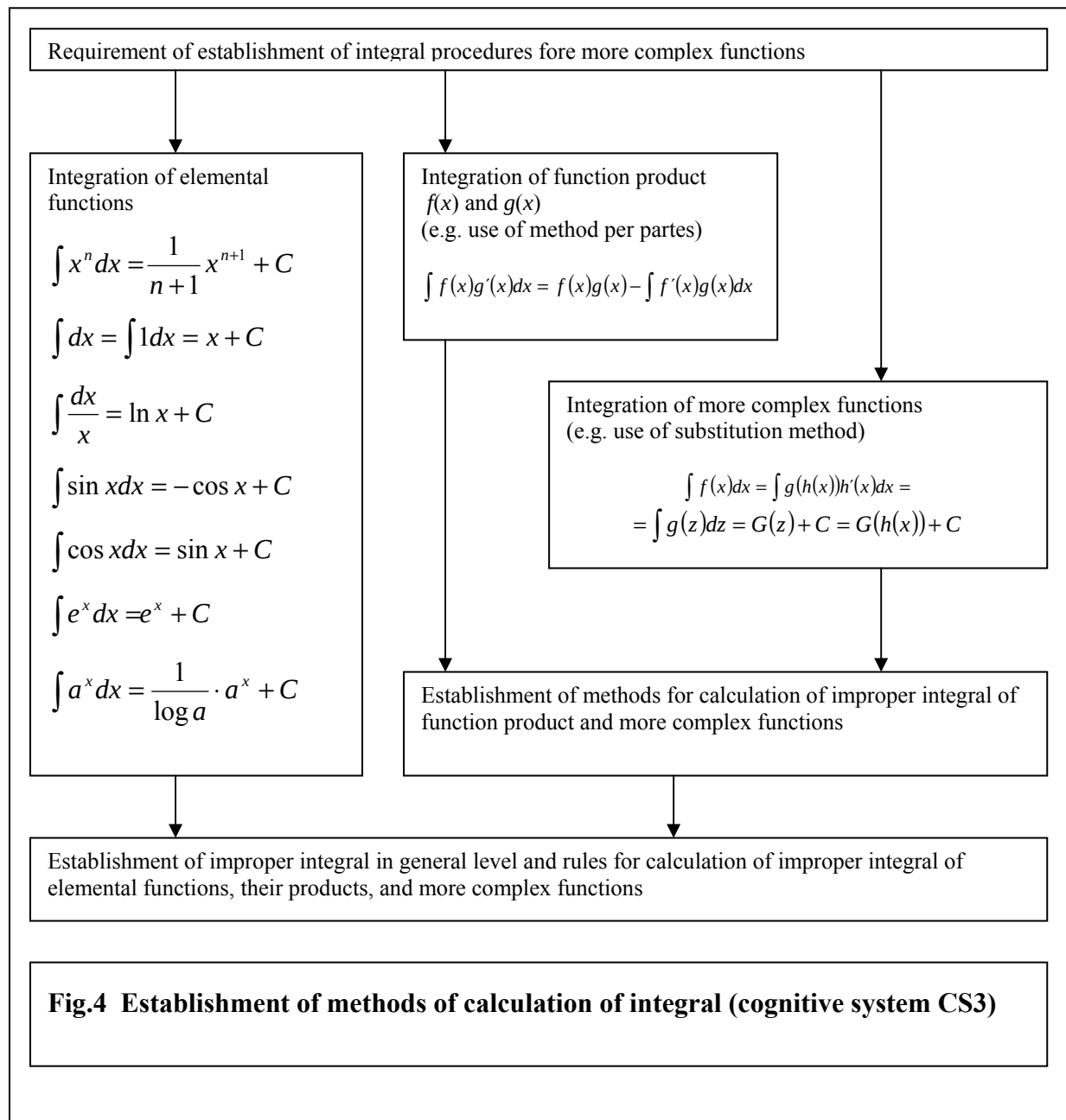


Fig. 3 Establishment of proper and improper integral (the first step to learn how to integrate via cognitive system CS2)

4.3. Analytical synthetic model of illustration of mathematical integration for more complex functions (cognitive system CS3 is learning)

Then we can establish the general integration procedures and the concrete rules of integration. This shall be done via analysis and consequent synthesis of procedures of integration of more complex functions. Without this knowledge, neither we nor machine can process the integration and obtain concrete result (see Fig 4).



5. CONCLUSIONS

These three models can be arranged consecutively into the cognitive systems (see Fig 5). Complex cognitive system (formed by partial systems CS1, CS2, CS3) shall serve for machine learning and can be implemented to more complex cognitive architecture. The architecture shall offer the results from data for mathematical integration tasks. The advantage of such architecture and systems is the cognition principle of problem solving. The process arrangement is outlined in Fig 5.

Presented cognitive system is closely associated with some parts of theory of curriculum. The partial cognitive systems CS1, CS2 and CS3 represent the intended curriculum as result of transformation T2. The complex cognitive system – it is representation of machine learning in the area of mathematical integration.

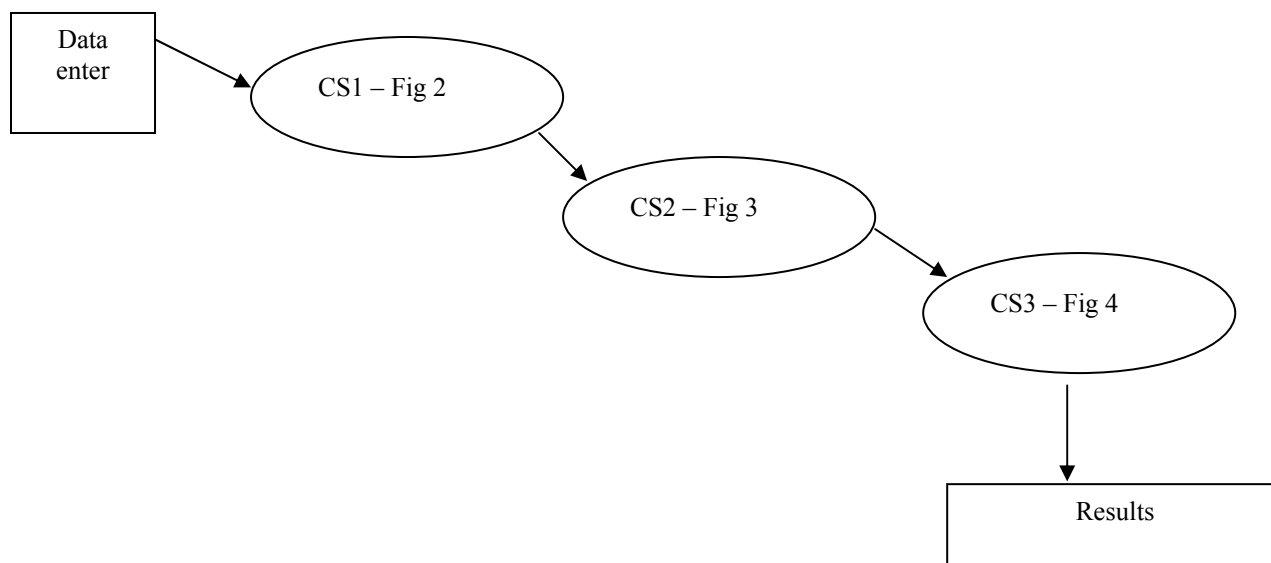


Fig. 5 Conjunction of three cognitive systems (CS – cognitive system)

The process of calculation of integral shall start with calculation of elemental functions and then in the case of need it should use the principles of more complex functions integration.

Summarizing the knowledge of analytical synthetic modeling and cognitive systems and architectures we can state that this type of modeling is applicable to construction of cognitive architectures and processes of machine learning. The applicability of the modeling and cognitive structures creating could bring a benefit to also the area of cognitive robotics. We have to learn machines to think and the analytical synthetic modeling is one way how to model and demonstration of cognitive intelligence. So therefore authors assume that this type of modeling leads not only to representation of curricula but also to creating of cognitive architecture and thereby artificial intelligence.

REFERENCES

- [1] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: Introduction to Theory and methodology of didactics of physics. SPN, Prague, Czech Republic, 1982.
- [2] BROCKMEYER, J.: Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In monograph: "Analytical-synthetic modelling of cognitive structures (Volume 2: Didactic Communication and Educational Sciences)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [3] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Cognitive Structure and Its Analytical-Synthetic Modeling. In monograph: "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 1: Theoretical basis)". The Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, Slovak Republic, 2003. ISBN 80-85456-09-5.

- [4] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Role of analytical-synthetic modeling in education. In monograph: "Didactic communication and educational sciences (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [5] TARABEK, P.: Levels of internal concept knowledge system. In monograph: "Didactic communication and educational sciences (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [6] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression). Monograph. The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [7] PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P.: Analytical-synthetic model of mathematical integration. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [8] PROCHAZKA, P.: Optimalization of the systemic evidence of returnable packing transport - analytical-synthetic model. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [9] ZASKODNY, P.: Theory of Education Communication and Its Applicability. In: Monograph "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 2: Theory and practice)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2004. ISBN 80-85456-09-5
- [10] PRUCHA, J.: Modern educational sciences . Portal, Prague, Czech Republic, 2005.
- [11] PASCH, M. et al.: Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Portal, Prague, Czech Republic, 2005
Teaching as Decision Making. Longman Publishers. New York, USA 1995
- [12] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Didactic Communication of Physics and Its Applications. In: Mathematics, Physics, Informatics. Vol.16, 2006/2007, No.3, No.4, Czech Republic, ISSN – 1210-1761
- [13] ZASKODNY, P.: Methodology of Forming Didactic System of Physics. Inaugural dissertation. Faculty of Mathematical and Physical Science, Charles University, Prague, Czech Republic, 1984.
- [14] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: To perspectives of didactic system of physics. Mathematics and Physics in School. Final report of research VIII-5-4/2. Cabinet for research of education in physics. CSAV, Prague, 1980
- [15] ZASKODNY, P.: Survey of principles of theoretical physics (with application to radiology). Algoritmus, Avenir Foundation, Switzerland, ISBN 80-902491-9-1
- [16] CASTELFRANCHI, C.: The theory of social functions: challenges for computational social science and multi-agent learning. In: Journal of Cognitive Systems Research, Elsevier 2(2001), 5-38
- [17] KENNEDY, C.M., SLOMAN, A.: Autonomous recovery from hostile code insertion using distributed reflection. In: Journal of Cognitive Systems Research, Elsevier 4(2003), 89-117
- [18] COWARD, L.A.: The recommendation architecture: lessons from large-scale electronic systems applied to cognition. In: Journal of Cognitive Systems Research, Elsevier 2(2001), 111-156
- [19] SHARKEY, N.E., ZIEMKE, T.: Mechanistic versus phenomenal embodiment: Can robot Embodiment lead to strong AI? In: Journal of Cognitive Systems Research, Elsevier 2(2001), 251-262
- [20] LEBIERE, C., LEE, F.J.: Intention superiority effect: A context-switching account.
In: Journal of Cognitive Systems Research, Elsevier 3(2002), 57-65

Gender in the Context of Communication

The paper was written with the financial support of the Czech Science Foundation grant no. 406/06/0796 “Personality variables as moderators and mediators of stress resistance”.

PhDr. Anna Schneiderová, CSc.

Faculty of Arts, University of Ostrava

Reviewer: Prof. PhDr. Karel Paulík, CSc.

University of Ostrava

Key words

Communication, gender, gender stereotypes, masculinity, femininity, stress concept, mass media

Summary

The paper discusses human communication from the view point of gender, and outlines the emergence and role of gender stereotypes in communication. The author emphasizes the importance of interpersonal and mass media communication in creating gender roles in a gender-structured society – an importance which has been proved by the author’s own research.

Human **communication** is currently studied by experts from almost forty different sciences and disciplines. From the viewpoint of social psychology, communication is defined as a type of social interaction involving the transfer or exchange of information via symbols, with the goal of influencing somebody; the information is necessary for effective functioning. Communication as a social act enables people to satisfy their need for social relationships – i.e. to associate with each other, to help, to have control and influence, and so on. It also satisfies the needs of the ego by confirming the identity and uniqueness of the individual. The result of communication is consciously or unconsciously influenced by the relational framework, i.e. the internal (mental, personality) context and the external context; the external context consists not only of current social and physical conditions, but also by the fixed contexts of culture, customs and language. The context of communication is projected into the mutual perception of the partners in communication, in their attribution – the tendency to assign meaning to things, to attach causes to external events, our own behaviour and that of others, to understand and explain things, to evaluate.

One of the most important context variables is **gender**, a concept explained in psychological socio-biological theories as a view of femininity and masculinity created within the framework of interpersonal relationships and inter-generational social exchanges. People acquire and verify thoughts, experiences, habits, customs, beliefs, and the meanings of concepts. These theories are based on the assumption that differences between feminine and masculine behaviour are encoded in our biological natures but are also shaped by culture; feminine and masculine psychological traits are thus acquired. Taking this view of masculinity and femininity, it follows that the concepts ‘woman’ and ‘man’ are social constructions (Oakley, 2000), which license us to certain types of behaviour, legitimize cognitive patterns for the perception of these behaviours, and create stereotypical sets of firm beliefs concerning feminine and masculine behaviour. Social exchanges influence the personal identity of an individual (self-awareness, awareness of identity), which – together with gender identity – emerges at around three years of age, when a child begins to see itself as ‘I’, becomes aware of temporal change (“although I change, I am still me”), and gains awareness of the differences between itself and others. The child accepts the gender role currently valid in the particular society, acquiring gender identity under the influence of socially supported behaviour, both directly and indirectly. Male individuals develop typically masculine traits, behaviour and ways of experiencing the world, while female individuals develop feminine equivalents. “The socially determined role of each sex mirrors behaviour and attitudes that generally correspond with that which is considered by the particular society to be feminine or masculine behaviour.” (Hurlock, 1985)

Gender identity is thus created, and gender differences – in roles, and subsequently in communication – are largely acquired. In the traditional conception of gender roles, according to gender stereotypes, **feminine** individuals are submissive, weak, less self-controlled, soft, gentle, emotional, evasive, global, empathetic, consensual, intuitive,

non-linear, simultaneous, adaptable, communicative, polite, and relationship-oriented. The functional asymmetry of the hemispheres shows a dominance of the right side of the brain, traditionally associated with concrete imaging and global awareness. In cognitive terms, these individuals display greater intuition, empirical orientation, tendencies to see reality in implicit terms, underestimation of the importance of details, and simultaneity. The feminine way of experiencing stress is characterized by medium-level resistance to acute stress, but high resistance to long-term stress, via internality reactions. The dominant coping strategies are passive, self-pity, escape or denial, resignation, substitute satisfaction, and seeking support. **Masculine** individuals are stereotyped as dominant or authoritative, with aggressive, power-seeking tendencies, strong, autonomous, competitive, emotionally self-controlling, decisive, hard, rational, analytical, implicit, causal, argumentative, with a distanced approach to relationships, less friendly. The functional asymmetry of the hemispheres shows a dominance of the left side of the brain, traditionally associated with verbal logic and atomistic awareness. In cognitive terms, these individuals display a greater emphasis on factuality, rationality, explicitness, analyticity, and causality. The masculine way of experiencing stress is characterized by high resistance to acute stress, but low resistance to long-term stress, via externality reactions. The dominant coping strategies are active, but also include aggression, rivalry, downplaying of importance, and social self-exclusion. (Inspired by Heller, 2005; Křivohlavý, 2001; Nakonečný, 1998; Paulík, 2006; Řehulka, 1998; Smékal, 2004; Šnýdrová, 2006.)

Gender stereotypes also affect characteristic features of feminine and masculine communication:

The **feminine model of communication** is characterized in formal terms by dynamic and rising intonation (as if asking questions), more careful pronunciation, question tags, long phrasal answers, indirect communication, greater eloquence, alertness, fluency, initiative-taking, a more frequent use of words expressing emotions and motivations, a greater capacity to listen, greater empathy, etc. In terms of content, feminine communication is oriented towards the relational aspect of communication, cooperation, care, the expression of emotions (joy, worries, emotional evaluation), and the speaker's own experience. Women have a greater awareness of 'body language', are better at establishing and maintaining eye contact, assume more open and relaxed positions, use touching and gesticulation more, and so on. In conflict-solving, women's negotiating strategies involve more cooperation and less trust.

The **masculine model of communication** is characterized by falling intonation, directness, dominance, brusqueness or even rudeness (swearing, vulgarity, destructive topics), orders and prohibitions, argumentation, and a weaker need to communicate. Men listen less, interrupt more often, change the subject to their own benefit, but are also more amenable to being persuaded to cooperate and are more likely to abide by rules when conflict-solving. In terms of content, men communicate more about the world of work, specialist topics, public and political issues, external matters, fact-based communication, and technical subjects. Men make less use of 'body language', placing lower emphasis on maintaining eye contact, assuming more closed positions, avoiding touching individuals of the same sex, gesticulating less, etc. (Inspired by De Vito, 2001; Murray 1993; Pláňava, 2005; Schneiderová, 2005; Strauss, Tannen, 1994; Van Pelt, 2001; Vybíral, 2000.)

A **gender-structured society** is based on idealized images of men and women. Social pressure towards gender polarization represents a particularly heavy burden for women with markedly masculine traits and vice versa, and coping can present difficulties. Cultural stereotypes require conventional patterns of behaviour, and deviations from the required norm either meet with only limited social acceptance, or are considered to be entirely unacceptable and abnormal. The gender structure of society thus both restricts and facilitates life for individuals, groups and communities. Czech society is currently undergoing dynamic changes, including a marked shift in the conception of masculine and feminine gender roles, with the rise of gender equality, gender mainstreaming, and equal opportunities in achieving life goals. Traditional stereotypes are becoming weakened, especially in private, family life, education (see the work 'Gender in Education' by Irena Smetáčková and Klára Vlková), and in media images.

The strong influence of the **mass media** is a result of the media's powerful role in society. The media is the main source of information on events both at the national and international levels. The media also acts as a source for interpretations and opinions on social reality, as well as publicly shared and accepted sets of meanings determining the nature of norms in a social context – whether in entertainment, information, culture, politics or society in general. The media contribute to socialization by offering ideas and relationships which, if accepted and mastered by receivers, allow those individuals to act successfully as members of a particular society. Media-borne examples serve as a guide for receivers, showing them how to connect events and meanings, to form opinions on society and the implications for the individual, to interpret relationships between individual events (Burton, Jiráček, 2003, p. 150; Pavlík, 2005).

Jana Hoffmanová (2005) uses the example of women's magazines to show how means of communication, strategies and tactics are used by this section of the media to persuade readers to accept gender stereotypes.

Qualitative research carried out by the present author (Schneiderová, Hodinová, 2005, pp. 195-199), based on the analysis of 12 video recordings of the TV talk show 'Prima jízda', uses methodology grounded in the theory (Strauss, 1999) that the basic aspects of communication exchanges between conversational partners, on both the verbal and non-verbal levels, are dominance and submission, passivity and activity, openness and interest, perception and listening, and faults in communication; the central category is assertiveness in communication. The research confirmed the existence of gender differences in communication, in dependence on relationships, the situational context, the topic of conversation, and the social role of the partners in communication. Nevertheless, the data showed that feminine and masculine models in the media are experiencing slight shifts in the conception of gender roles, moving towards a more generally assertive type of communication.

The research discussed above shows that the gender conception of communication is a socio-cultural construct. In this, it displays similar results to much other research, e.g. P. Rosencrantz in the 1960s – demonstrating the different personality competencies of men and women; S. L. Bem in the 1970s, J. Miluska (1995), J. S. Turner and D. B. Helms (1995) – dealing with the conception of androgyny and its advantages, especially for women; J. S. Hyde and M. C. Lynn (1980) on verbal differences; C. N. Jacklin and E. M. Maccoby in the 1970s, or A. H. Eagly and L. L. Carli – on conformity and submissive tendencies in women; A. H. Eagly in the 1980s, on the provision of help to women and men, and by women and men; research into the group behaviour of men and women carried out by A. Anderson and T. Blanchard in the 1980s, etc.

(Chovančík, <http://abudehur.wz.cz/psycho/chovancik/aspekty.doc>)

References

- BURTON, G., JIRÁK, J. Úvod do studia médií. Brno: Barrister and Principal, 2003.
- DE VITO, J. Základy mezilidské komunikace. Praha: Grada, 2001.
- HOFMANOVÁ, J. Strategie a prostředky persvaze v ženských časopisech. Sborník Metody a prostředky přesvědčování v masových médiích. Ostrava: FF OU, 2005, pp. 79- 86.
- HURLOCK, E. Rozwój dziecka. Warszawa: PWD, 1985.
- CHOVANČÍK, J. Rodové rozdíly. <http://abudehur.wz.cz/psycho/chovancik/aspekty.doc>. KIMMEL, M. The Gender Society. New York: Oxford University Press, 2000.
- MURRAY, E. The Dynamics of Human Communication. University of Denver, 1993.
- NAKONEČNÝ, M. Psychologie osobnosti. Praha: Academia, 1998.
- OAKLEYOVÁ, A. Pohlaví, gender, společnost. Praha: Portál, 2000.
- PAVLÍK, P. Gender a média. In: SMETÁČKOVÁ, I., VLKOVÁ, K. Gender ve škole. Praha: Otevřená společnost, 2005, pp. 53 – 56.
- PAULÍK, K. Determinanty lidského zvládání zátěže. In: Acta Facultatis Philosophicae Universitatis Ostraviensis. Ostrava: FF OU, 2006. pp. 5-28.
- PLAŇAVA, I. Průvodce mezilidskou komunikací. Praha: Grada Publishing, 2005.
- SCHNEIDEROVÁ, A., HODINOVÁ, P. Komunikační výměny v gender rámci. In: Sborník Metody a prostředky přesvědčování v masových médiích. Ostrava: FF OU, 2005, pp. 195 – 199)
- SMÉKAL, V. Pozvání do psychologie osobnosti. 2nd ed. Brno: Barrister a Principal, 2004.
- SMETÁČKOVÁ, I. Gender a osobnost člověka. In: SMETÁČKOVÁ, I., VLKOVÁ, K. Gender ve škole. Praha: Otevřená společnost, 2005, pp. 18-25.
- STRAUSS, A., TANNEN, D. Gender and discourse. Oxford: University Press, 1994.
- STRAUSS, A., CORBINOVÁ, J. Základy kvalitativního výzkumu. Boskovice: Albert, 1999.
- VYBÍRAL, Z. Psychologie lidské komunikace. Praha: Portál, 2000.

Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field

Author: Radka Dušková

University of South Bohemia

Reviewer: RNDr. Dagmar Kozlovská

Formerly University of Ostrava

Abstract

For description of applications of Lagrangian formalism to movement of charged particles in homogenous magnetic field it will be necessary to express the model of physics structure, to extract from this model its special part – model of classical non-statistical physics, to describe the Lagrangian formalism for electromagnetic field and finally, on the basis of previous parts of paper, to describe the movement of classical particle in magnetic field.

Presented paper is issuing from theory of curriculum, above all from conceptual curriculum and intended curriculum in the area of movement of charged particles in magnetic field.

Key words

Conceptual Curriculum, Intended Curriculum, Structural Models of Physics, Lagrangian Formalism, Electromagnetic Field, Classical Charged Particle, Movement of Classical Charged Particle in Magnetic Field

CONTENT

Introduction – Variant Forms of Curriculum

1. Model of Physics Structure and Its Brief Description

- 1.1. Classification of Physical Objects Depending on Their Number and Size
- 1.2. Nature of Physical Objects
- 1.3. States and Changes in States of Physical Objects
- 1.4. Subject of Investigation in Physics and Methods of investigation
- 1.5. Representation of Model of Physics Structure

2. Model of Classical Non-Statistical Physics

- 2.1. Description of the Model of Classical Non-Statistical Physics
- 2.2. Representation of the Model of Classical Non-Statistical Physics

3. Electromagnetic Field and Description of Its Formalism

- 3.1. Electromagnetic Field as Classical Non-Statistical Object
- 3.2. The Lagrangian and Hamiltonian Formalisms in Electromagnetic Field

4. The Movement of Classical Charged Particle in Homogenous Magnetic Field

- 4.1. Lagrange Equations of Charge
- 4.2. Structure of Derivation
- 4.3. Finding the Form of the Lagrange Function
- 4.4. Finding the Forms of Lagrange Equations
- 4.5. Finding the Motional Law for a Classical Proton
- 4.5. Finding the Shape of the Proton Trajectory

References

Introduction – Variant Forms of Curriculum

For description of applications of Lagrangian formalism to movement of charged particles in homogenous magnetic field it will be necessary to express the model of physics structure, to extract from this model its special part – model of classical non-statistical physics, to describe the Lagrangian formalism for electromagnetic field and finally, on the basis of previous parts of paper, to describe the movement of classical particle in magnetic field.

Presented paper is issuing from theory of curriculum. This theory will be shortly explained.

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [7]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1], [2], [3], [4], [8], [9]).

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” (see [5]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism ((see [6]).

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application. (**Attained Curriculum**)

Presented paper is possible to classify into area of **Conceptual Curriculum** (model of physics structure and model of classical non-statistical physics) and **Intended Curriculum** (the movement of classical particle in magnetic field). These variant forms of curriculum will be investigated from the point of view of the movement of classical charged particle in magnetic field.

1. Model of Physics Structure and Its Brief Description (see [10])

To explain physics as one of the natural sciences, it is first of all necessary to define natural objects and their characteristics as investigated by physics.

Natural objects investigated by physics will be described:

1. based on classifications depending on their number and size,
2. from the standpoint of their nature, and
3. from the standpoint of their development up to the present time.

The characteristics of natural objects investigated by physics are given:

4. by states of physical objects and changes in these states, and
5. by particular forms of the motion of physical objects.

1.1. Classification of Physical Objects Depending on Their Number and Size (see [10])

The number of physical objects investigated serves as a criterion for differentiating statistical and non-statistical approaches to investigating physical objects and phenomena from each other. If an object is investigated as one physical object or as a system of several physical objects, then the investigation is a matter for the disciplines of non-statistical physics (for example, classical mechanics, quantum mechanics, or relativistic mechanics). When investigating an object as a physical object comprising enormous numbers of partial physical objects or when investigating directly an enormous number of partial physical objects, the investigation is a matter for the disciplines of statistical physics (for example, phenomenological thermodynamics, or statistical thermodynamics). Sets of enormous numbers of physical objects investigated are typically named macrosystems (the prefix “macro” indicates the high numbers of objects investigated, not the size of these objects).

Depending on their size, non-statistically considered physical objects can be divided into the following three categories: macrophysical objects (macro-objects), microphysical objects (micro-objects) and megaphysical objects (mega-objects).

Macrophysical objects (considered under the collective name “macroworld”) can be directly observed by the human senses, optical microscopes or telescopes of average size. They include all terrestrial objects down to large molecules, but also the Sun with the planets, and stars forming the galaxy “The Milky Way”. Macrophysics explains states and changes in states of macrophysical objects and, in the course of doing this; it frequently disregards the microstructure of matter and interactions of micro-objects and does not consider the effects of cosmic objects on terrestrial phenomena. Macrophysics comprises the whole of classical physics except for molecular physics (the kinetic theory of matter).

Microphysical objects (with their collective name “microworld”) are partially observable by the most up to date electron and ion microscopes, and their existence can be partially demonstrated by indirect experimental methods based on theoretical images, and derived from abstract considerations (presenting, for example, experimental data from the line spectra of elements). Micro-objects mainly include molecules, atoms, ions, atomic nuclei and fundamental particles. Microphysics explains the states and physical phenomena associated with micro-objects based on the microstructural characteristics of these objects. It mainly includes molecular, atomic and nuclear physics, solid state physics, physics of high energies and relativistic and non-relativistic quantum physics, which serves as a theoretical basis for all these disciplines.

Megaphysical objects (summarized under the name “megaworld”) can be partially observed by the strongest optical telescopes or their existence can be demonstrated by indirect experimental methods (for example, by powerful radiotelescopes receiving radio waves from the most distant sites in the cosmic space) based on theoretical images and derived by abstract considerations. Megaphysical objects include clusters of galaxies and super-clusters of these clusters - the set of these megagroups forms the megastructure of the universe as a whole. Megaphysics deals with studying the effects of megaphysical objects on states and physical phenomena. It includes astrophysics, relativistic cosmology and cosmogony as interdisciplinary branches. In the field of “pure” physics, megaphysics mainly includes the general theory of relativity and gravitation and further related disciplines, for example, the special theory of relativity.

1.2. Nature of Physical Objects (see [10])

From the standpoint of the classification of physical objects by their size into microphysical, macrophysical and megaphysical, it is obvious that physical objects characterized by a higher order of structure originate by combining structures of lower orders. For the characterization of the nature of physical objects, it is of primary importance to describe structures of the lowest levels.

These structures reflect the smallest known micro-objects - fundamental particles -which can be divided into the following two principal types - **fermions** (whose spin equals odd multiples of $h/4\pi$ and which obey the Pauli's exclusion principle) and **bosons** (whose spin equals even multiples of $h/4\pi$ and which are not governed by the Pauli's exclusion principle). Most fundamental particles have their antiparticles with opposite charges, provided that the particle and antiparticle are annihilated in the course of their interaction. For example, in the annihilation of an electron and anti-electron (positron) both particles are annihilated producing two or three high-energy photons of the annihilation radiation. Only electrically neutral bosons are not associated with their antiparticles during their origination or annihilation.

The structures of physical objects are formed by **structural elements** and **carriers of forces acting between them**. Mutual interactions make possible the existence of a physical object as a whole. Physical objects with structures of the lowest orders have fermions as structural elements and bosons are the force carriers.

There are three structures of the lowest orders. According to the type of their interactions they can be called the Fundamental Strong Interaction, the Residual Strong Interaction and the Weak Interaction. These three interactions share one characteristic - their range is very short (they can be manifested only in the smallest microphysical objects). However, if the micro-object is within the range of their action, they are many times stronger than interactions with an unlimited range. **There are two types of structures formed by interactions with unlimited ranges** - the Electromagnetic Interaction and the Gravitational Interaction. These interactions are prevalent in forming structures associated with macrophysical and megaphysical objects with respect to their unlimited range. **Three structures formed by interactions with very short ranges and two structures formed by interactions with unlimited ranges will be described below.**

Presented paper is associated with Electromagnetic Interaction. This interaction will be shortly described.

The structure **“Electromagnetic Interaction”** is responsible not only for the stability of atoms as a whole, but also for the stability of a number of macro-objects. Its range is unlimited and thus it is manifested in both the microworld and macroworld. Structural elements are particular substance constituents of physical objects described by the quantity “electric charge” (for example, protons in atomic nuclei, and electrons in atomic envelope, but also carriers of macrocharges), and carriers of electromagnetic interactions are photons, which are closely associated with the electromagnetic field.

With the help of these five structures it is possible to understand the principles of any physical object as mutual interactions of substances and fields. “Substance” and “field” represent two of the principal forms of mass examined by physics: “substance form of mass” and “field form of mass”. Physical objects are formed by structural elements (that are frequently formed by the substance form of mass) and by carriers of interactions between structural elements (that are frequently formed by the field form of mass). In more complex physical objects, the combination of substances and fields can be very complicated.

1.3. States and Changes in States of Physical Objects (see [10])

The statistical approach (statistical physics) and non-statistical approach (non-statistical physics) to the investigation of the state and changes in the state of a physical object, make it possible to divide these states into thermodynamic (statistical) and motional (non-statistical) states. Motions as changes in these states can be divided into statistical (thermodynamic, disordered) and non-statistical (ordered) motions.

The state of a physical object is determined by **a set of external conditions (external parameters)**, under which the physical object exists, and **a set of independent internal characteristics (internal parameters)** of the physical object examined. The external and internal parameters together are **state parameters**. In general, the states of the physical object can be divided into **non-equilibrium states** (external or internal parameters are functions of time) and **equilibrium states** (external and internal parameters are steady, invariable in time).

External parameters associated with the motion of a physical object as a whole (the internal structure of the physical object is not taken into account) are closely related to **the non-statistical approach and non-statistical physics**. On the other hand, the remaining external parameters and internal parameters (the internal structure of the physical object is taken into account) are closely associated with **the statistical approach and statistical physics**.

In the investigation of a macrosystem, whose motion as a whole is not taken into account, the most general states of equilibrium or non-equilibrium can be termed ‘states of the thermodynamic equilibrium or of the thermodynamic non-equilibrium’. **The thermodynamic equilibrium states and thermodynamic non-equilibrium states can be commonly termed ‘thermodynamic states’.** A typical approach to their description is the statistical approach as the main method of statistical physics. Transitions between thermodynamic states are associated with thermodynamic processes. The thermodynamic process as a way of changing the state parameters of a thermodynamic state is a description of statistical (thermodynamic, disordered) motion, for example in phenomenological thermodynamics and statistical thermodynamics. Examples of thermodynamic processes are isothermic, isochoric, isobaric or adiabatic processes in ideal gas.

In contrast, when taking into account only the motion of a physical object as a whole (the physical object is not considered as a macrosystem), the most general equilibrium states can be reduced to so called ‘static’ and ‘stationary’ states and the most general non-equilibrium states to so called ‘quasi-stationary’ and ‘non-stationary’ states. **Static, stationary, quasi-stationary and non-stationary states can be considered under a common name: “motional states”.** A typical approach to the description of motional states is the non-

statistical approach as the main method of non-statistical physics. The typical structure of motional states can correspond for example, to the static, stationary, quasistationary and non-stationary electromagnetic field theory (in the Maxwell phenomenological, i.e. non-structural conception) or stationary and non-stationary states of an electron bound in the atomic envelope. In an electron in the stationary state, the shape of “the probability cloud” does not vary in time, i.e. the distribution of the probability of the electron abundance in the atomic nucleus surroundings remains unaltered. In an electron in non-stationary states, the shape of “the probability cloud” varies over time. In a photon in the stationary state, the shape of its “probability cloud” (Gaussian) does not vary in time, i.e. the distribution of the probability of the photon wave length remains unaltered over time. In a photon in non-stationary states “the Gaussian” varies in time. Transitions between motional states are associated with the relevant form of the non-statistical (ordered) motion.

1.4. Subject of Investigation in Physics and Methods of Investigation (see [10])

a) Subject of investigation in physics

Classification of physical objects by their size and by statistical and non-statistical approaches to their examination; recognition of the current principle of physical objects as mutual interactions between substances and fields, and descriptions of thermodynamic and motional states including descriptions of particular forms of motion associated with changes in state parameters - these are particulars making it possible to delimit the subject of investigation in physics.

Based on mutual interactions of substances and fields, physics examines thermodynamic and motional states and changes in these states (as changes of state parameters) in macrosystems and in microphysical, macrophysical and megaphysical objects. Briefly - based on the mutual interactions of substances and fields, physics examines states and changes in states, in statistically as well as non-statistically considered physical objects.

This delimitation of the subject of physics presents a differentiation of physics from the other natural sciences. For example, in contrast with physics, which examines mainly “quantitative laws of mutual interactions between substances and fields”, the subjects of chemistry are “the laws of the synthesis of atoms to molecules and the decomposition of molecules to atoms, and the study of the characteristics of elements and compounds”. In the microworld, instead of “mutual interactions between substances and fields”, it is possible to speak about “mutual interactions of substance particles (substance micro-objects) and field particles (field micro-objects)”.

b) Statistical and non-statistical approaches to the subject examined by physics

The two principal methods used in physics when investigating the characteristics of physical objects are statistical and non-statistical approaches. The statistical approach serves as a basis for the disciplines of statistical physics and, based on experimental experience acquired by experimental physics; it employs the application of concepts of mathematical statistics and probability calculus for investigating thermodynamic states and their changes in macrosystems. Statistical physics introduces the concept of a statistical assembly as a set of macrosystems; it searches for distribution functions attributing probabilities to particular thermodynamic states and it determines the mean values in the assembly (statistical analogues) as a quantitative expression of the values of state parameters. The non-statistical approach serves as a basis for the disciplines of non-statistical physics and, based on the experimental experience acquired by experimental physics, it employs applications of the concepts of the differential, integral, variation and operator calculus for investigating motional states and their changes in

microphysical, macrophysical and megaphysical objects. Non-statistical physics introduces a dynamic concept of motional equation as an expression of the causes of the motion and a kinematic concept of the motional law as a description of the state of motion.

c) Three dimensions of statistical and non-statistical approaches

Both principal methods (statistical and non-statistical approaches) have the following three dimensions: classical dimension, quantum dimension, and relativistic dimension. The quantum dimension is based on respecting the wave-particle duality; the relativistic dimension is based on respecting the dependence of space and time on the distribution and motion of physical objects.

The disciplines of quantum physics replace the classical trajectory in a substance quantum micro-object (for example, an electron bound in an atomic envelope) or in a quantum mechanical system of substance micro-objects (for example, a system of electrons in an atomic envelope), with a set of sites at which the material quantum object or quantum mechanical system of material objects occurs at a given time with the highest probability.

In a field quantum micro-object or a quantum mechanical system of field micro-objects (for example, a photon or group of photons enclosed in a volume V), classical waves or particle fluxes, for example, are represented by a set of wave lengths acquired most likely by a field quantum micro-object or quantum mechanical system of field micro-objects at a given time.

These representations were provided by developing new mathematical-physical formalism of primary quantization in substance micro-objects and of secondary quantization in field micro-objects.

Consideration of the wave-particle duality in macrosystems of micro-objects is provided by the disciplines of quantum physics by respecting the existence of a set of “probability clouds” (with a different interpretation in substance and field particles) and by their mutual overlapping resulting in the indistinguishableness of particular micro-objects, in addition to the statistical interpretation of phenomena.

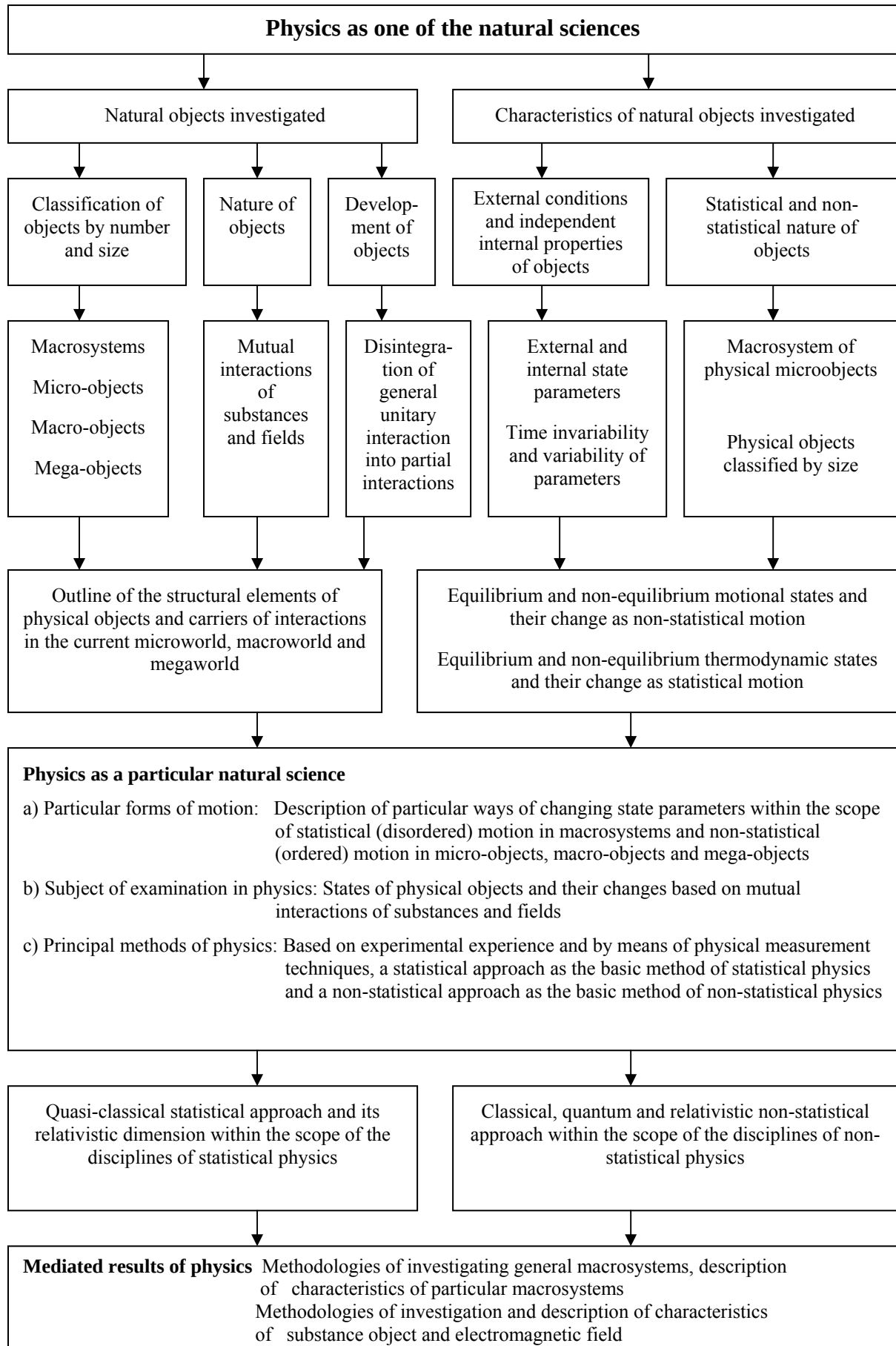
The disciplines of relativistic physics replace the classical concepts of “absolute space” and “absolute time” by the flat Minkowski space-time in the special theory of relativity and the curved Riemann space in the general theory of relativity. This replacement is provided by the development of new relativistic mathematical-physical formalism.

The quantum and relativistic dimensions, in contrast to the classical dimension, do not make possible “direct” observation of the physical objects investigated. Their existence can be mostly demonstrated by indirect experimental methods (“indirect” observation with the help of an instrument) based on theoretical images and derived by abstract considerations.

The two basic methods (the statistical and non-statistical approach) are divided into six partial approaches to the examination of states and their changes in physical objects. Within the scope of the statistical approach, statistical physics should explain the classical statistical approach, quantum statistical approach and relativistic statistical approach. Within the scope of the non-statistical approach, non-statistical physics should explain the classical non-statistical approach, quantum non-statistical approach and relativistic non-statistical approach.

1.5. Representation of Model of Physics Structure (see [10])

On the basis of paragraphs 1.1. – 1.4. now it is possible to introduce the model of physics structure



2. Model of Classical Non-Statistical Physics

2.1. Description of the Model of Classical Non-Statistical Physics (see [10])

The starting point of the classical non-statistical approach can be seen in non-quantum and non-relativistic approximations.

In the non-quantum approximation, the wave-particle duality is not considered. The free electromagnetic field with a given frequency and an enormous number of low-frequency photons propagates through the vacuum as well as through dielectrics as a “pure” electromagnetic wave. In contrast, a low number of high-frequency photons of the free electromagnetic field with a given frequency, material points, solid bodies, and continuum particles, behave as “pure” corpuscles.

In the non-relativistic approximation, space and time are considered as absolute - thus, the statement is not valid, according to which physical laws express relationships between “material objects”. This approximation can be adopted under conditions of low velocities and small mass densities in the physical objects examined.

The electromagnetic field as classical and non-statistical object will be described in 3. chapter.

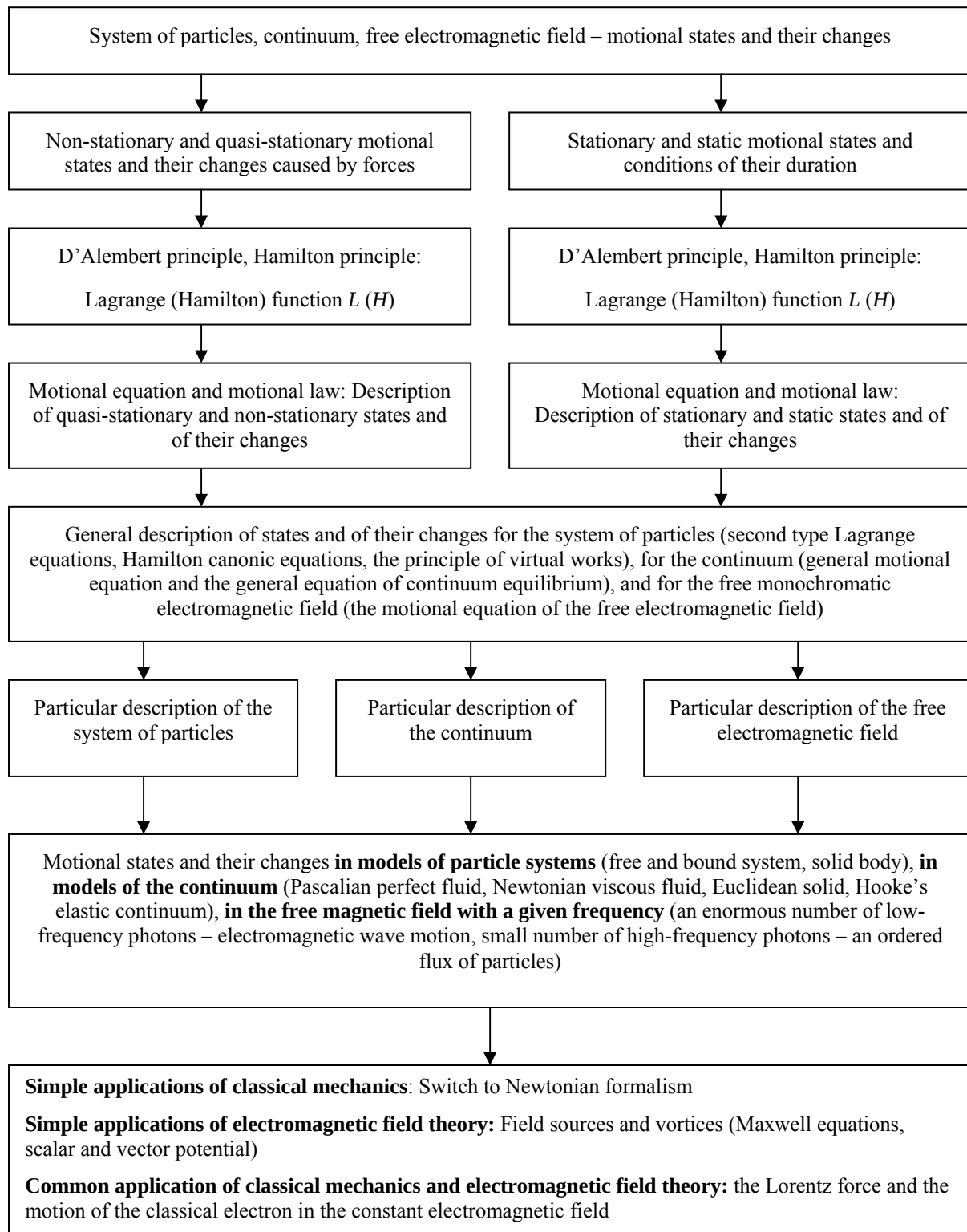
The model of the classical non-statistical approach indicates that the main method of examining classical motional states and their changes (as forms of the classical non-statistical motion) is the d’Alembertian formalism and the Lagrangian and Hamiltonian formalisms resulting from it. This formalism in the field of free particles and conservative force fields and in the field of certain continuum models (for example, the Euclidean solid) is switched over to the well known Newtonian formalism. When considering an “ultra-relativistic” electromagnetic field, it is necessary to employ the Lagrangian and Hamiltonian formalisms without the simplification of the Newtonian formalism.

The Lagrangian and Hamiltonian formalisms include the following steps for a system of N particles: It won’t be used in presented paper.

The Lagrangian and Hamiltonian formalisms include the following steps for the continuum: It won’t be used in presented paper.

The Lagrangian and Hamiltonian formalisms include the following steps for the electromagnetic field: It will be presented in 3. chapter.

2.2. Representation of the Model of Classical Non-Statistical Physics (see [10])



3. Electromagnetic Field and Description of Its Formalism

3.1. Electromagnetic Field as Classical Non-Statistical Object (see [10])

In considering the electromagnetic field, the classical and non-statistical “pure” wave interpretation can be accepted only in cases of large quantum numbers of oscillators with frequency ν , into which the free electromagnetic field (a field in the absence of charges) is divided within the quantum theory. The large quantum numbers correspond to **enormous numbers of photons** and then it is possible to switch from the representation of a partial photon by the “wave packet” or “Gaussian” with energy $h\nu$ to an electromagnetic wave in an “extensive” space containing no charges. This electromagnetic wave already describes by its motional equation the force action of the macroscopic electric field intensity and macroscopic magnetic field magnetic induction, exerted, for example, on particles of a hypothetical medium in their ordered transverse oscillating motion. It behaves as a “classical” wave and as a non-statistical physical object, in spite of the fact that this “classical” wave propagates with a phase speed equal to the speed of light. For the representation of a single photon by the “Gaussian”, the electric field intensity is concentrated only in certain “small” regions of space that, however, also propagate with the phase speed c - this is, however, not electromagnetic wave motion or electromagnetic radiation as considered in the usual macroscopic conception.

In the sphere of the electromagnetic field, the classical and non-statistical interpretation can also be accepted only for long distances from a system of charges - this condition is a condition of the **free electromagnetic field** and thus, it should be associated with a condition of an **enormous number of photons**. Under these two conditions, the electromagnetic field can be considered as a classical and non-statistical physical object propagating through space (a vacuum or non-ferromagnetic dielectric) as a “classical” electromagnetic wave. At large distances from the system of charges (in the so called ‘wave zone of radiation’) and in the presence of enormous numbers of photons, **electromagnetic radiation** can also be considered as electromagnetic wave motion.

3.2. The Lagrangian and Hamiltonian Formalisms in Electromagnetic Field

The Lagrangian and Hamiltonian formalisms include the following steps for the electromagnetic field:

- Determination of motional equations for a charge in an electromagnetic field (mostly second type Lagrange equations; the use of the charge Lagrange function in an electromagnetic field),
- Adjustment of motional equations and determination of the relation for the Lorentz force (including the introduction of electric field intensity and the magnetic induction of the magnetic field),
- After solving the problem of the charge motion in a constant electromagnetic field (the constant field is independent of time), as a side product it is possible to delimit the first two electromagnetic field equations (first pair of Maxwell equations for electric field vortices and magnetic field sources),
- Specifying the Hamilton principle (principle of least action as a basic task of the calculus of variations) for the electromagnetic field,
- Determination of the third and fourth equations of the electromagnetic field (second pair of Maxwell equations for magnetic field vortices and electric field sources),
- Demonstration of the existence of electromagnetic waves in media containing no free charges (in vacuum and in dielectric) by deriving the wave equation for the electromagnetic wave motion.

4. The Movement of Classical Charged Particle in Homogenous Magnetic Field

4.1. Lagrange Equations of Charge (elaborated according to [10])

The principal formalisms of mechanics are the Lagrangian and Hamiltonian formalisms. The use of the Lagrangian and Hamiltonian formalisms is given by the following sequence of steps a) through e):

- Delimitation of the physical problem and classical initial conditions (values of coordinates and velocities at a given instant of time),
- Determination of the appropriate number r of bonds (i.e. geometric limitations of the motion) and the appropriate number n of the general coordinates q_j and the linear momenta p_j (the number of q_j as well as p_j is obtained by subtracting the number r of bonds from the number $3N$ of common Cartesian coordinates of N particles, i.e. $n = 3N - r$),

c) Determination of the Lagrange function L and Hamilton function H (in simple cases $H = T + V$, where T is kinetic energy and V is potential energy)

$$(1) \quad L = T - V, \quad H = \sum p_j \dot{q}_j - L = T + V,$$

d) Determination of the motional equations (Lagrange equations of the first or second type or Hamilton canonic equations; in the case of the changeover to the Newtonian formalism, determination of the relevant form of Newton's second law of motion, i.e. the law of force). Lagrange equations of the second type for simple cases are in the form

$$(2) \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial L}{\partial q_j} = 0,$$

their number is $n = 3N - r$, and the Hamilton canonic equations can be written

$$(2a) \quad \dot{q}_j = \frac{\partial H}{\partial p_j}, \quad \dot{p}_j = -\frac{\partial H}{\partial q_j} \quad (\text{they are } 2n \text{ in number}).$$

The law of force for a free material point is commonly in the form (0) $\vec{F} = m \ddot{\vec{r}}$.

e) The solution to motional equations with the aim of finding the form of motional law (i.e. the trajectory in the phase space in the case of Hamiltonian formalism, the trajectory in the configuration space in the case of Lagrangian formalism, or only the trajectory within the Euclidean space and common Cartesian coordinate system in the case of the Newtonian formalism). The configuration space is an n -dimensional space of the general coordinates q_j (q_j typically denotes all the n general coordinates) and the phase space is a $2n$ -dimensional space of the general coordinates q_j and the general linear momenta p_j . General linear momenta p_j can be obtained from

$$(3) \quad p_j = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j}.$$

The constant electromagnetic field is a field that is independent of time. The classical charge is a charged particle moving with non-relativistic speeds along common trajectories.

For finding the Lagrange function L of the charge Q in a constant field, it will be necessary to generalize relation (1) - instead of relation $L = T - V$, it will be necessary to use the relation $L = T - U$ with the generalized potential energy U (the generalized potential energy also depends on speeds). The kinetic energy T of the charge is given by

$$T = \frac{1}{2} mv^2,$$

where v is the charge non-relativistic speed. The potential energy U can be expressed by

$$U = -Q \vec{E} \cdot \vec{r} - \frac{Q}{2} \vec{B}(\vec{r} \times \vec{v}),$$

where $\vec{E}$ and $\vec{B}$ are the constant electric field intensity and magnetic induction of the constant magnetic field, $\vec{r}$ is the common position vector. The Lagrange function for the constant field can be then written in the form

$$(4) \quad L = T - U = \frac{1}{2} mv^2 + Q \vec{E} \cdot \vec{r} + \frac{Q}{2} \vec{B}(\vec{r} \times \vec{v}).$$

After a substitution for L into second type Lagrange equations (2) (generalized coordinates $q_1=x, q_2=y, q_3=z$), it is possible to obtain a summarized form for all the three motional equations

$$(5) \quad m \ddot{\vec{r}} = Q \cdot \vec{E} + Q (\vec{v} \times \vec{B})$$

After comparison with the law of force (0), it is possible to see that the electromagnetic field examined acts on a charge by an electromagnetic force $\vec{F}_{elmg}$ (the so called 'Lorentz force') that consists of an electric force $\vec{F}_{el}$

and magnetic force $\vec{F}_{mg}$: (6) $\vec{F}_{elmg} = \vec{F}_{el} + \vec{F}_{mg} = Q \vec{E} + Q (\vec{v} \times \vec{B}).$

The constant electromagnetic field will be further investigated separately as a homogeneous electric field and homogeneous magnetic field.

4.2. Structure of Derivation (elaborated according to [10])

The homogeneous and constant magnetic field will have its magnetic induction $\vec{B}(0,0,B)$; the electric field will have its intensity $\vec{E}(0,0,0)$. The initial conditions of the charge motion are $\vec{v}(0,v_0,0)$, $\vec{r}(0,0,0)$. After substitution into the Lagrange function (4) its form will be

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + \frac{Q}{2} B (x\dot{y} - \dot{x}y) \quad (\text{see Paragraph 4.3.}).$$

After substitution into second type Lagrange equations (2) for the Lagrange function, it is possible to obtain motional equations in the form

$$m\ddot{x} - \frac{Q}{2} B\dot{y} - \frac{Q}{2} B\dot{y} = 0, \quad m\ddot{y} + \frac{Q}{2} B\dot{x} + \frac{Q}{2} B\dot{x} = 0, \quad m\ddot{z} = 0.$$

By using initial conditions and introducing $\omega = \frac{QB}{m}$, it is possible to obtain the first two motional equations in the simple form $\ddot{x} = \omega \dot{y}$, $\ddot{y} = -\omega \dot{x}$ (see Paragraph 4.4.).

The motional equations can be solved by introducing a complex variable $\alpha = x + iy$. The equation $\ddot{y} = -\omega \dot{x}$ can be then multiplied by the imaginary unit i and summed with the equation $\ddot{x} = \omega \dot{y}$; the result will be $\ddot{\alpha} = -i\omega \dot{\alpha}$. In this equation, integration results in:

$$\ln \dot{\alpha} = -i\omega t + \ln C, \quad \text{i.e. } \dot{\alpha} = i v_0 \exp(-i\omega t) \quad (\text{integration constant } C = iv_0).$$

By using the Euler relation, it is possible to obtain $\dot{\alpha} = i v_0 \cos \omega t + v_0 \sin \omega t$. Based on the equality of complex numbers on the left and right sides of the equation obtained and on further integration, it is possible to obtain the motional law in the form

$$x = -\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega}, \quad y = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \quad (\text{see Paragraph 4.5.}).$$

Thus, the trajectory is a circle in the coordinate plane of the x - and y -axis with coordinates of its centre

$$\frac{v_0}{\omega} \text{ and } 0 \text{ and radius } r = \frac{v_0}{\omega} = \frac{mv_0}{QB} \quad (\text{see Paragraph 4.6.}).$$

4.3. Finding the Form of the Lagrange Function (elaborated according to [10])

Find the form (4) of the Lagrange function

$$L = \frac{1}{2} m v^2 + Q \vec{E} \cdot \vec{r} + \frac{Q}{2} \vec{B}(\vec{r} \times \vec{v})$$

for a homogeneous magnetic field $\vec{B}(0,0,B)$.

Solution

$$\text{a) } \vec{E}(0,0,0), \quad \vec{B}(0,0,B), \quad \vec{r} \times \vec{v} = (yz - \dot{y}z)\vec{i} + (z\dot{x} - \dot{z}x)\vec{j} + (x\dot{y} - \dot{x}y)\vec{k}$$

$$\text{b) } \vec{E} \cdot \vec{r} = 0, \quad \vec{B}(\vec{r} \times \vec{v}) = B(x\dot{y} - \dot{x}y), \quad v^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2$$

Result

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + \frac{Q}{2} B (x\dot{y} - \dot{x}y).$$

4.4. Finding the Forms of the Lagrange Equations (elaborated according to [10])

For a homogeneous magnetic field $\vec{B}(0,0,B)$ and its Lagrange function

$$L = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + \frac{Q}{2} B(x\dot{y} - \dot{x}y) \quad (\text{see Paragraph 4.3.}), \text{ find the forms of the Lagrange equations by a substitution for } L \text{ into (2) } \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial L}{\partial q_j} = 0.$$

Solution

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial L}{\partial x} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(m\dot{x} - \frac{Q}{2} B y \right) - \frac{Q}{2} B \dot{y} = 0 \Rightarrow m\ddot{x} - QB\dot{y} = 0 \Rightarrow \ddot{x} = \omega \dot{y}, \omega = \frac{QB}{m}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} - \frac{\partial L}{\partial y} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(m\dot{y} + \frac{Q}{2} B x \right) + \frac{Q}{2} B \dot{x} = 0 \Rightarrow m\ddot{y} + QB\dot{x} = 0 \Rightarrow \ddot{y} = -\omega \dot{x}, \omega = \frac{QB}{m}$$

Result The forms of the motional equations are $\ddot{x} = \omega \dot{y}$, $\ddot{y} = -\omega \dot{x}$, $\ddot{z} = 0$.

4.5. Finding the Motional Law for a Classical Proton (elaborated according to [10])

For a homogeneous magnetic field $\vec{B}(0,0,B)$ and its second type Lagrange equations $\ddot{x} = \omega \dot{y}$, $\ddot{y} = -\omega \dot{x}$,

$\omega = \frac{QB}{m}$ (see Paragraph 4.4.), find the motional law for a classical proton with a charge $Q = e$. Use the complex

variable $\alpha = x + iy$ and Euler relation

$\exp(-ik) = \cos k - i \sin k$. The initial conditions are $\vec{r} = \vec{r}(0,0,0)$, $\vec{v} = \vec{v}(0, v_0, 0)$.

Solution

a) Addition $\ddot{x} = \omega \dot{y}$, $\ddot{y} = -i\omega \dot{x} \Rightarrow \ddot{x} + i\ddot{y} = \omega(\dot{y} - i\dot{x}) \Rightarrow \ddot{x} + i\ddot{y} = \frac{\omega}{i}(\dot{x} + i\dot{y}) \Rightarrow \ddot{\alpha} = -i\omega \dot{\alpha}$

b) The first integration $\frac{d\dot{\alpha}}{\dot{\alpha}} = -i\omega dt \Rightarrow \ln \dot{\alpha} = -i\omega t + \ln C \Rightarrow \dot{\alpha} = C.e^{-i\omega t} \Rightarrow \dot{\alpha} = iv_0 e^{-i\omega t}$

c) Euler relation $e^{-i\omega t} = \cos \omega t - i \sin \omega t \Rightarrow iv_0 e^{-i\omega t} = v_0 \sin \omega t + iv_0 \cos \omega t \Rightarrow$

$$\Rightarrow \dot{x} = v_0 \sin \omega t, \dot{y} = v_0 \cos \omega t$$

d) The second integration $x = -\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + C_1, y = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t + C_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow x = -\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega}, y = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$$

Result

The form of motional law is $\vec{r} = (-\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega}) \vec{i} + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \vec{j} + 0 \vec{k}$.

4.6. Finding the Shape of the Proton Trajectory (elaborated according to [10])

The motional law for a classical proton with initial conditions $\vec{r} = \vec{r}(0,0,0)$, $\vec{v} = \vec{v}(0, v_0, 0)$ in a homogeneous magnetic field $\vec{B}(0,0,B)$ is in the form derived in Paragraph 4.5.

$$\vec{r} = \left(-\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega}\right) \vec{i} + \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \vec{j} + 0 \vec{k},$$

where $\omega = \frac{QB}{m}$. Find the shape of the proton trajectory and write the resonance condition for the possible use of a cyclotron for the proton acceleration.

Solution

$$x = -\frac{v_0}{\omega} \cos \omega t + \frac{v_0}{\omega}, y = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \Rightarrow \left(x - \frac{v_0}{\omega}\right)^2 + y^2 = \frac{v_0^2}{\omega^2}$$

Result 1 The proton trajectory is a circle with its centre $S\left[\frac{v_0}{\omega}, 0\right]$ and radius $r = \frac{v_0}{\omega}$

Result 2 The angular frequency of the circular motion is $\omega = \frac{QB}{m}$, frequency $\nu = \frac{QB}{2\pi m}$. The alternating voltage on cyclotron duants should adhere to the mentioned resonance condition.

REFERENCES

- [1] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: Introduction to Theory and methodology of didactics of physics. SPN, Prague, Czech Republic, 1982.
- [2] BROCKMEYER, J.: Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In monograph: "Analytical-synthetic modelling of cognitive structures (Volume 2: Didactic Communication and Educational Sciences)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [3] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression). Monograph. The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [4] ZASKODNY, P.: Theory of Education Communication and Its Applicability. In: Monograph "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 2: Theory and practice)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2004. ISBN 80-85456-09-5
- [5] PRUCHA, J.: Modern educational sciences . Portal, Prague, Czech Republic, 2005.
- [6] PASCH, M. et al.: Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Portal, Prague, Czech Republic, 2005
Teaching as Decision Making. Longman Publishers. New York, USA 1995
- [7] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Didactic Communication of Physics and Its Applications. In: Mathematics, Physics, Informatics. Vol.16, 2006/2007, No.3, No.4, Czech Republic, ISSN – 1210-1761
- [8] ZASKODNY, P.: Methodology of Forming Didactic System of Physics. Inaugural dissertation. Faculty of Mathematical and Physical Science, Charles University, Prague, Czech Republic, 1984.
- [9] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: To perspectives of didactic system of physics. Mathematics and Physics in School. Final report of research VIII-5-4/2. Cabinet for research of education in physics. CSAV, Prague, 1980
- [10] ZASKODNY, P.: Survey of principles of theoretical physics (with application to radiology). Algoritmus, Avenir Foundation, Switzerland, ISBN 80-902491-9-1

Teaching Laboratory of Personal Dosimetry

Assist. Prof. Ing. Jan Singer, CSc.

University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic
singerj@seznam.cz

Reviewer: Ing. Jiří Konečný, CSc.

University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic

Abstract

The contribution presented here describes a laboratory built for teaching personal dosimetry and methods of the teaching process. The laboratory is equipped with instruments employed for monitoring doses, activities and dose rates in all-state organizations, in nuclear and health facilities and in industrial companies using ionizing radiation sources. These are thermoluminescent and electronic dosimeters with appropriate reading devices, instruments for measuring dose rates and beta and alpha activities and also a gamma-ray spectrometric system for determining gamma-ray doses. Not only students of the Faculty of Health and Social Studies of the University of South Bohemia, but also students of other Czech universities are being familiarized with principles of these instruments. Based on several experiments carried out with each instrument in the laboratory, students have a chance to check their function and parameters in this laboratory. The most important parameters include long-term as well as short-term stability of measurements, different dependences of measurement results, for example of the radiation type and energy, direction, time of irradiation, etc. In the course of their degree works, the students measure doses of persons working with ionizing radiation sources or doses and activities in the environment with the use of these systems. Thereafter, the students subject the results obtained from the laboratory as well as from the practice to statistical processing and dosimetric interpretation in the manner typically used by physicists in their practical occupational environment. Presented curriculum is showing the importance of the projected curriculum as integral part of theory curriculum (see paragraphs “Educational Dimension of Contribution”).

The contribution is classified from the point of suitable variant form of curriculum. The curriculum process created by conceptual curriculum, intended curriculum, projected curriculum, implemented curriculum, and attained curriculum enables the classification as follows: Laboratory for Teaching Personal Dosimetry and Methods of the Teaching Process is representing significant part of the projected curriculum.

Key Words

Projected Curriculum, Transformations of Didactic Communication, Teaching Personal Dosimetry, Methods of Teaching Process, Laboratory Instruments, Monitoring Doses, Monitoring Activities, Monitoring Dose Rates, Thermoluminescent and Electronic Dosimeters, Statistical Processing, Dosimetric Interpretation

CONTENT

Introduction IA – Variant Forms of Curriculum

Introduction IB – Teaching Personal Dosimetry

II. Description of Teaching Equipment

III. Laboratory Tasks

IV. Statistical Data Processing

V. Conclusion

References

INTRODUCTION IA – VARIANT FORMS OF CURRICULUM

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving by Zaškodný⁹ mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication.

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism.

Survey of curriculum variant forms transformations within educational and didactic communications

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Textbook, laboratories as the components of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application. (**Attained Curriculum**)

Presented contribution is issuing from Transformation T4. Its content is creating the typical part of projected curriculum in the area of radiation physics. This contribution tries to show that not only conceptual and intended curriculums are very important but also the elements of projected curriculum are very necessary for total picture of theory of curriculum.

INTRODUCTION IB – TEACHING PERSONAL DOSIMETRY

The Faculty of Health and Social Studies of the University of South Bohemia was founded in 1991. At the Department of Radiology and Toxicology, the branches “Applied radiobiology and toxicology”, “Radiological assistant” and “Protection of inhabitants oriented at CBRNE (Chemical-Biological-Radioactive-Nuclear-Explosives)“, are accredited within bachelor study programs, the branch “Crisis radiology and toxicology” being accredited in a further master study. The above mentioned branches include subjects concerning radiation physics, radiation protection, dosimetry, clinical dosimetry, etc. In all these subjects, the students are taught to gain knowledge of instruments and measurement systems useful in personal dosimetry of employees working with ionizing radiation as well as of inhabitants: for monitoring both external irradiation and internal contamination. This teaching process cannot rely on pictures only. Thus, in association with constructing a new building in České Budějovice, the Faculty of Health and Social Studies also established the teaching laboratory of personal dosimetry¹⁰, in which the students will have their chance to work with certain measurement systems and doseimeters.

We initiated the teaching process with monitoring doses from external irradiation with the help of DMC 2000 XB electronic doseimeters from the company Merlin Gerin (henceforth EPD)¹ and thermoluminescent LiF doseimeters (with the Harshaw 3500 meter) (henceforth TLD)². The students are taught to be able to handle with the equipment, to determine the system stability, doseimeter background, directional (and latter also energy) dependences of the detection efficiency and fading of doseimeters. The measurement of dose rates, particularly from the natural background, is performed on the NRG 302 A device.³ In a further work, they determine the

energy dependence of dosimeters and external irradiation meters and its use in practice (determination of doses at nuclear power plants, in health facilities, in industry, etc.).

Monitoring of the internal contamination of persons comprises measurements of activities of excreta with the help of gamma-ray spectrometry⁴ and low-background measurements of alpha- and beta-emitters. The same equipment serves for monitoring radionuclides in the environment. Students learn to handle with these instruments and to calibrate them for particular types of radioactive sources. Thereafter, they perform practical measurements of activities of materials from the environment, including biological materials (e.g. the urine, etc.).

II. DESCRIPTION OF TEACHING EQUIPMENT

A. TLD INSTRUMENTATION

The manual TLD reader Harshaw, model 3500 is a computer-controlled, hand-operated bench instrument for thermoluminescent dosimetry measurements.

The reader is controlled by the Harshaw WinREMS software,² which is a dosimetric controlling system based on Windows. This software provides all the functions for the calibration and quality control, as well as storing, transfer and export of all the dosimetric data.

TL detectors made of different materials are available in various sizes of chips, rods and discs, which may all be read off in the model 3500. In our case, TLD-100 chips are used, which are put onto a heated planchet of the reader.

The reader employs contact heating up to 400 °C. The time and temperature profile (TTP) is defined by the user in three segments as follows: Preheating, Acquisition, Annealing, each of them with independent time and temperature.

To improve the precision of reading low exposures off and to prolong the planchet life, model 3500 provides streaming of nitrogen around the planchet.

B. EPD INSTRUMENTATION

The electronic personal dosimeter of the company Merlin Gerin, type DMC 2000 XB consists of a PVC case (resistant to a 1.5-m fall), two silicon detectors (producing pulses after interactions of photons or electrons with sensitive parts of diodes shielded by different filters), electronic circuits (including an amplifier, microprocessor, etc.) and Li-Mn battery. The weight of the whole dosimeter including the battery and removable clip does not exceed 60 g.

For the use of the personal dosimeter, it is suitable to know the procedure, by which instantaneous values of personal dose equivalents H_p , H_s and of their rates can be immediately determined. The dosimeter operates in several modes. The “standby” mode and the “measurement” mode are most frequently used:

Standby mode - the display indicates: PAUSE

The measurement mode – the display indicates: The dose equivalent H_p

The rate of the dose equivalent H_p

The dose equivalent H_s

The rate of the dose equivalent H_s

Switching from the standby mode to the measurement mode and vice versa is carried out by hand directly on the dosimeter (by pressing a button) or with the help of the LDM 220¹ scanner and the SW Dosimass⁵ on a computer. Both methods (manually and by the SW), make it possible to preset signalization levels (alarm) of all the four quantities measured. Acoustic signal is also issued by the dosimeter if these levels are exceeded.

C. NRG 302 A INSTRUMENTATION

The NRG 302 A dose ratemeter serves (thanks to its easy portability – weight up to 4 kg) for the location of ionizing radiation sources and mapping photon ionizing radiation fields in outdoor as well as indoor environments.

The instrument response is given by the counting rate, which can be read off in a range of 10^{-1} to $3 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ with a precision of $\pm 1\%$. With respect to the energy dependence in a range of gamma-ray energies of 25 keV to 2.5 MeV, the correction for the device sensitivity k should be introduced from

$$N = k D,$$

where n is the counting rate (s^{-1}) and D is the dose rate (Gy s^{-1}). The coefficient k is provided in a table.

D. GAMMA-RAY SPECTROMETER

A gamma-ray spectrometer in the classical setup: NaI(Tl) scintillation detector, preamplifier, amplifier, analog-to-digital converter (ADC), multichannel analyzer (henceforth MCA) and evaluation unit (PC) with the user SW. In the current state of art, ADC and MCA are parts of PC and their parameters are controlled by the SW in a way that makes possible optimum evaluation of the detector response. We use the program ACCUSPEC, which enables one to preset inter alia the following parameters:

- Scintillation detector voltage (750 V is used here);
- Time of measurement (Acquire Preset) including starting and stopping the measurement and spectrum clearing (Acquire On, Out, Erase);
- ADC (Setup ADC) for example lower and upper discrimination (coarse LLD, fine LLD, ULD), conversion (Gain) etc.;
- Display including Setting of pulse axis (V scale – lin, log, sqrt) etc.;
- Calibration of channel axis automatically from spectra in the PC memory or manually: energy or peak half-width (FWHM);
- And a number of further parameters described in the manual.

E. LOW-LEVEL ALPHA-BETA COUNTING ASSEMBLY

The NA 6201 type system from the company Tesla Přemýšlení comprises an anticoincidence connection of a proportional detector (methane-filled measuring detector) and scintillation detector, everything in lead shielding. The evaluation system consists of classical parts: high voltage power supply for the two detectors, preamplifier, amplifier, analog-to-digital converter and pulse and time counter (Scaler, Timer). The high voltage power supply makes it possible to apply 1000 to 5000 V on the proportional detector and 400 to 2000 V on the scintillation detector.

III. LABORATORY TASKS

A. TLD

1. Task 1- Reference light stability

a) Short-term measurement of reference light.

Order: ten times, three times with 60 min pauses.

b) Long-term measurement of reference light.

Order: ten times 30 s every week.

2. Task 2 – Current stability in dark (noise) and detector background

a) Long-term measurement of current in dark (without nitrogen).

Order: ten times in each of three consecutive weeks.

b) Long-term measurement of detector background (without nitrogen).

Order: five dosimeters in each of three consecutive weeks.

3. Task 3 – Stability of detector background measurement, measurement efficiency, fading

a) Long-term measurement of non-irradiated detector (background with nitrogen).

Order: five dosimeters in each of three consecutive weeks.

b) Measurement of detector exposed to 5 mGy.

Order: three dosimeters in each of three consecutive weeks.

B. EPD

1. Task 1 – Measurement of background

a) Switch to the measurement mode and back to standby mode. Switch within the measurement mode to Hp, Hp rate, Hs and Hs rate.

Ten times.

b) Determination of background in measurement modes Hp and Hs.

Five doseimeters for a period of 5 weeks.

2. Task 2 – Measurement of detection efficiency

a) Reading the Hp and Hs on a doseimeter exposed to 5 mSv; radiation directed perpendicularly to the doseimeter (0°).

5 doseimeters.

b) Reading the Hp and Hs of a doseimeter exposed to 5 mSv; radiation directed obliquely to the doseimeter (45°, 90°).

5 + 5 doseimeters.

Task 3 – Dependence of response on time

a) Reading off the Hp and Hs (see Task 2 a).

5 doseimeters (the same as in Task 2 a) situated for two months inside of shielding).

b) Reading off Hp and Hs (see Task 2 b).

5 + 5 doseimeters (as in Task 2b) situated for 2 months in shielding).

C. NRG 302 A INSTRUMENT

1. Task 1 – Measurement of natural background in laboratory

a) The instrument is switched on, the level of battery charging is determined and the instrument is allowed to rest at time constant 10 s. Thereafter, the background value in laboratory is measured 1 m above the floor on a scale corresponding to the range preset. The range is preset in a way providing that the pointer moves between 0.1 and 0.9 the scale.

b) The instrument is switched to time constant 3 s and allowed to rest for 1 min; the background value is read off.

c) The same procedure with time constant 1 s.

d) The same procedure with time constant 0.3 s.

e), f), g) and h): The same procedure as under a) to d) in reverse order of time constants, always after 1 min resting.

i) The correction filter is attached to the probe and the procedures under points a) to h) are performed.

2. Task 2 – Outdoor measurement of natural background

In this task, procedures under a) to i) are the same as in Task 1. Outdoor measurements are performed 1 m above the ground (preferably above grass or ploughed soil).

3. Task 3 – Measurement of etalon dose rate

In this task, a ^{137}Cs etalon is put onto the detector and procedures a) to i) are performed as in Task 1 (in point i); the etalon is put onto the correction filter. Based on Table I, the etalon dose rate for the given geometry is calculated from the counting rate.

D. GAMMA-RAY SPECTROMETER

Task 1 – Calibration with ^{60}Co point source

A ^{60}Co point source (under 100 kBq) is put onto the detector and the detector voltage (750 V) is switched on. The measurement time (Acquire Preset Live) is set: 160 h in this case. Accumulation of counts from the photon source is started. The procedures after completing the accumulation are as follows:

- The cursor is set to the center of the first peak, and the channel corresponding to energy of 1175 keV is established; the same procedure is performed for the second ^{60}Co peak at 1332 keV.
- With the help of markers, both peaks (ROIs) are marked and the counts in each ROI (integral) and in each peak top (centroid) are read off.
- The efficiency is calculated as counts per second per activity unit and the half-width of each peak is determined with the help of the program ACCUSPEC (Calibrate – Manual – FWHM).
- The spectrum is cleared and the whole procedure from the spectrum acquirement to the evaluation of the efficiency and half-width is repeated twice more.
- Results are subjected to statistical processing.

2. Task 2 – Energy calibration in Marinelli geometry

The Marinelli vessel with a radionuclide mixture (total activity up to 100 keV) is put onto the detector, the voltage of 750 V is switched on, the time of measurement of 160 h is preset (Acquire – Preset – Live) and spectrum accumulation is started (Acquire – On). After completing the accumulation for particular peaks, the pair Channel (Ch) - Energy (E) is set in such a way that the cursor is situated to the peak center and appropriate photon energies are entered into the PC (Calibrate – Manual – Energy) for at most of 10 peaks. After last touching of Enter, the program ACCUSPEC calculates the dependence

$$E = A + B \times \text{Ch}.$$

The axis of channels is thus calibrated. The process is repeated after five weeks and the two dependences are compared with one another.

Task 3 – Detection efficiency in Marinelli geometry

This task is a continuation of Task 2 in the sense that the accumulated and energy-calibrated spectrum is used. The procedure for each peak is identical with steps a) to e) in Task 1, provided that a curve of dependence of the efficiency for each peak (integral per one channel or centroid) on the photon energy is conclusively plotted.

E. NA 6201 MEASURING ASSEMBLY

1. Task 1 – Optimum setting of proportional detector

Onto a dish situated under the proportional detector, a ^{90}Sr etalon is placed and measured at different voltage values on the proportional detector; the voltage on the proportional detector is set to 1000 V and subsequently increased at 100-V steps (each step of 25 divisions) to 4600 V (0 to 900 divisions); the measurement time is of 300 s for each measurement step. The resulting number of counts is plotted in a graph of the dependence on the detector voltage, and the center of the plateau of the curve is considered as the optimum voltage for the measurement.

2. Task 2 – Optimum setting of scintillation detector

The procedure is similar to that in Task 1, but the voltage on the scintillation detector is varied (on the proportional detector, there is a constant voltage at the optimum point according to Task 1). The voltage is varied by 40-V steps (each step of 25 divisions) from 560 to 1200 V (100 to 500 divisions) with time of 300 s per each measurement step. Thereafter, the optimum point (voltage) of the measurement is established from the dependence of the number of counts on the voltage.

3. Task 3 – Determination of ^{90}Sr etalon detection efficiency

- The number of counts from the ^{90}Sr etalon is measured at optimum points of both detectors for 600 s. The measurement is performed five times and the average value and standard error are calculated in counts per s. The detection efficiency is established as a ratio of the counting rate and etalon activity.
- After five and ten weeks, the measurement under a) is repeated, all the average values are compared and the measurement stability is established.

IV. STATISTICAL DATA PROCESSING

1. Mean value and standard error

The most important distribution describing the distribution of the likelihood of a random quantity of *continuous* nature (in contrast to binomial and Poisson distributions describing the distribution of the likelihood of a *discrete* variable), is the **normal distribution** (also referred to as the Gaussian distribution).

If we denote the mean the background value by P

$$P = \Sigma P_i / n$$

and the squared error by s^2 , then

$$s^2 = \Sigma (P - P_i)^2 / (n - 1).$$

P_i are individual values of the background measured or possibly other responses and n is the number of immediately consecutively carried out measurements.

2. Significance and detectability

Let us assume that the detection system response is a general variable following the normal distribution of the likelihood and that the response to the background has its mean value P and response to the sample has its mean value N_2 . If we denote the response value, which is the smallest response already corresponding to the response of the sample measured, by N_1 , then we deliberately accept a risk that the background response will also be erroneously considered as the sample response with a probability α . The probability α is named the *significance level* in statistics.

If we consider responses larger than N_1 as significant at a chosen significance level α , then there must necessarily be a response with its mean value $N_2 > N_1$, which will be erroneously considered as not significant with a probability β . The probability α expresses the risk of a false positive conclusion, where the fluctuation of the background response is erroneously considered as a response not caused by the background.

Altshuler and Pasternak⁷ introduced the name the *smallest significant (critical)* response for N_1 and the *smallest detectable* response for N_2 . If the measurement system response is the number of counts (TLD instrument indicates nanocoulombs), we speak about the critical or possibly smallest detectable number of counts.

The determination of N_1 is a test of significance at a significance level chosen. The determination of N_2 is a test (prediction) of the acceptability of a particular method (measurement time, detection geometry) used for establishing the system response to the object measured.

Curie⁸ derived general relations for N_1 and N_2 with assuming a known value of the background response P and chosen significance levels α and β .

If we accept the same risks of both errors, i.e. $u_\alpha = u_\beta = u$, with assuming that $u^2 \ll 8P$, we obtain simplified relations

$$N_1 = u\sqrt{2P}, \quad N_2 = u^2 + 2N_1 = u^2 + 2u\sqrt{2P}.$$

Quantile $u = 2.33$ is usually used (for a significance level $\alpha = \beta = 1\%$).

3. Time dependence of the response

This dependence is determined as linear or quadratic (or even of higher order depending on the type of the function) dependence of the response to the time, for example in the following measurements:

- The time dependence of the long-term measurement of reference light (stability) is obtained by the **linear regression** of average daily values (from ten measurements) depending on time,
- The time dependence of the long-term measurement of the noise and background is obtained by the **linear regression** of average daily values (from ten measurements or five dosimeters) depending on time,
- The time dependence of long-term measurements of irradiated dosimeters (fading) is obtained by the **quadratic regression** of mean daily values (from three irradiated dosimeters) depending on time.

The linear regression is carried out by fitting the straight line $P = a + b t$ to points in the graph of the dependence of P_j on t_j , where P stands for the response of measuring the background or noise or reference light and t for time (days, weeks). Constants a and b of the straight line are calculated from the system of equations

$$\sum P_j = a n + b \sum t_j$$

$$\sum P_j t_j = a \sum t_j + b \sum t_j^2.$$

The quadratic regression is carried out in a similar manner for the parabola $D = a + b t + c t^2$ and points of the graph D_j (response of irradiated dosimeters) vs. t_j (time). Constants a, b, c of the parabola are calculated from the system of equations

$$\sum D_j = a n + b \sum t_j + c \sum t_j^2$$

$$\sum D_j t_j = a \sum t_j + b \sum t_j^2 + c \sum t_j^3$$

$$\sum D_j t_j^2 = a \sum t_j^2 + b \sum t_j^3 + c \sum t_j^4.$$

V. CONCLUSION

The described method of measuring and evaluating data enables the students to master the work with equipment for measuring external irradiation of persons and qualified evaluation of doses and dose rates. This knowledge is suitable for persons working with ionizing radiation sources as well as for members of the public administration, police and firemen, who are supposed to manage radiation accidents. Practical skill based on theoretical knowledge will also offer a wider view of solving emergency situations.

REFERENCES

1. Merlin Gerin, Electronic Personal Dosimeter DMC 2000 X/S/XB (User Guide, 2006) (MGP Instruments SA Synodys Groux, Lumanon, France, 2006).
2. Harshaw, TLD Reader Model 3500 (User Guide) (Thermo Electron Corp., Oakwood Village, Ohio, 2005).
3. Dose Rate Meter NRG 302 (in Czech) (Handling Instructions, 1984) (Tesla VÚPTJ, Přemýšlení, Czech Republic, 1983).
4. ACCUSPEC, Installation and Users Guide (Nuclear Data Inc., Schaumburg, Ill., 1988).
5. <http://synodys.com/>.
6. J. Matzner, Practical Class in Dosimetry (in Czech), Textbook of JU ZSF (Č. Budějovice, 2004).
7. B. Altshuler, B. Pasternack, Statistical Measures of the Lower Limit of Detection of a Radioactivity Counter, Health Physics 9, 293 (1963).
8. L.A. Curie, Limits for Qualitative Detection and Quantitative Determination, Anal. Chem. 40, 586 (1968).
9. Prochazka, P., Zaskodny, P.: Analytical Synthetic Models of Problem Solving. Received Paper. Conference: 2007 IEEE/INFORMS. International Conference „Service Operations and Logistics, and Informatics“. 27.-29.8.2007, Philadelphia, U.S.A
10. Singer J., Kuna P., Navrátil L., Havráňková R., Teaching Laboratory of Personal Dosimetry at Faculty of Health and Social Studies in České Budějovice, Project No. 218 Aa, Fund of Advancement of Universities, Czech Rep., 2006

Conceptual Curriculum of General Chemistry and its Analytical Synthetic Model

Author: PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

janaskrabankova@seznam.cz

Reviewer: Assoc.Prof. Oldřich Šimoník, CSc.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Key Words

Curricular Process of Chemistry, Variant Form of Curriculum, Analytical Synthetic Modeling, Analytical Synthetic Model of Conceptual Curriculum of General Chemistry

Abstract

The curricular process of chemistry is described as the succession of transformed variant forms of curriculum. The analytical synthetic modeling curriculum variant form is described. The model of general chemistry is presented as a part of analytical synthetic model of conceptual curriculum of chemistry.

CONTENT

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication
2. Analytical synthetic modeling Variant Form of Curriculum
3. Analytical Synthetic Model of Conceptual Curriculum of General Chemistry

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see Procházka, Záškodný, 2007, [1]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication .

The concept “**Curriculum**” can be explained as “**educational content**” and the theory of curriculum, adequate to **conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism**. The concept “**Variant form of curriculum**” can be explained as “**variant form of educational content**”.

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Scientific System of Chemistry** → Scientific system of chemistry from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum of Chemistry**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum of Chemistry** → Educational content of Chemistry (**Intended Curriculum of Chemistry**)

Transformation T3: **Intended Curriculum of Chemistry** → Instruction project of Chemistry and its components (**Projected Curriculum of Chemistry**)

Transformation T4: **Projected Curriculum of Chemistry** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum of Chemistry**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum of Chemistry** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum of Chemistry**)

Both, the succession of variant forms of curriculum and the succession of transformations T1 to T4 are creating “Curricular Process of Chemistry”.

The general chemistry will be investigated as the conceptual curriculum (as the scientific system of chemistry from the point of view of its communication) and as the integral part of curriculum process of chemistry.

2. Analytical Synthetic Modeling of Variant Forms of Curriculum

The analytical synthetic modeling variant form of curriculum will be described with the help of work P.Záškodný, 2007, [2]. The general analytical synthetic model variant form of curriculum as the analytical synthetic model of problem solving is presented by means of figure Fig.1 and Legend to Fig.1.

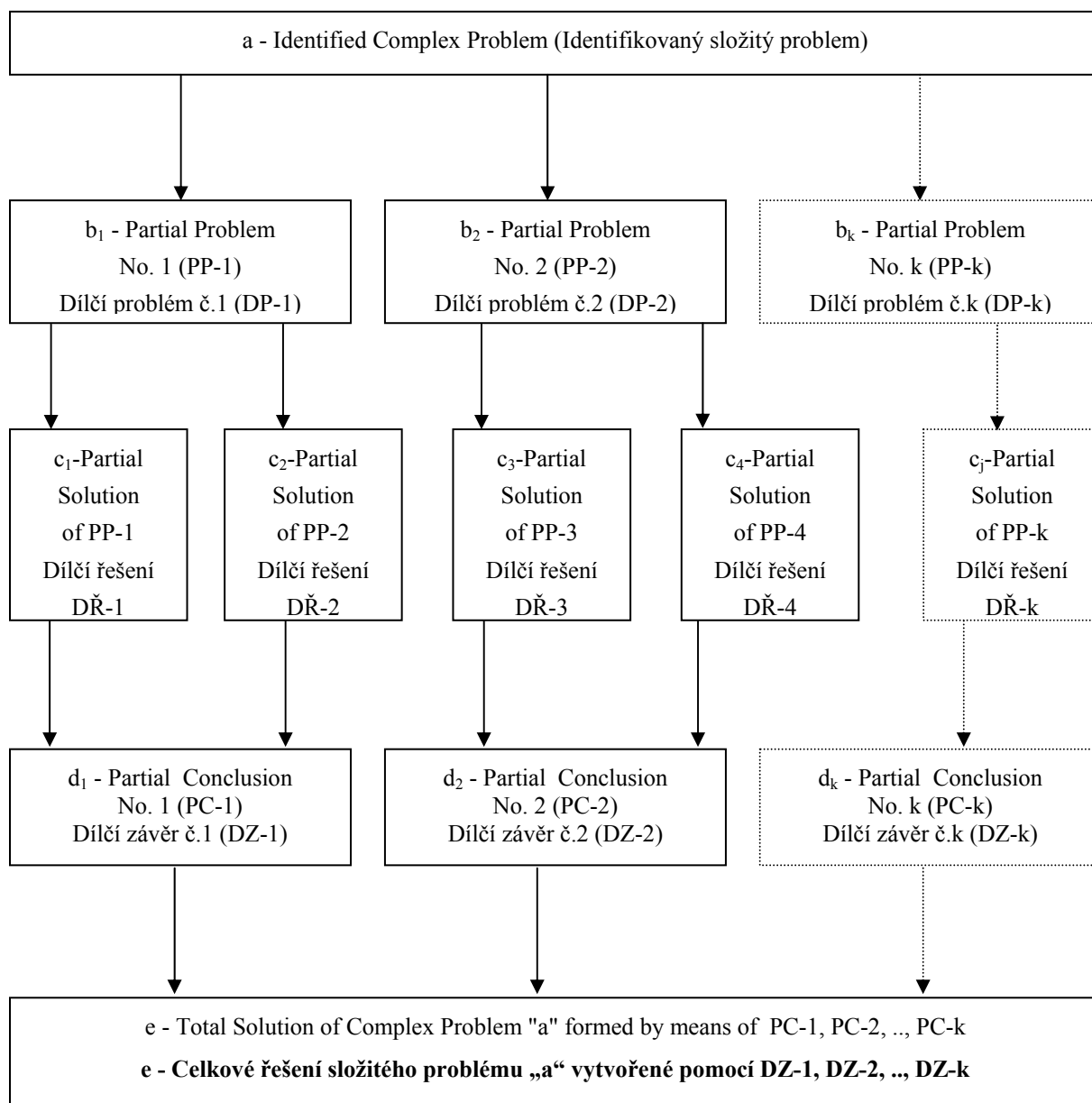


Fig. 1 (Obr. 1)
General Analytical Synthetic Model of Cognitive Structure
Obscný analyticko-syntetický model kognitivní struktury

Legenda k obr. 1

Legend to Fig. 1

- a** (Identifikovaný složitý problem) – Zkoumaná oblast reality, zkoumaný jev
- a** (Identified Complex Problem) – Investigated area of reality, investigated phenomenon
- B_k** (Analýza) – Analytické rozčlenění v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- B_k** (Analysis) – Analytical lay out within the framework of corresponding cognitive level
- b_k** (Dílčí problémy DP-k) – Výsledek analýzy: podstatné atributy a rysy zkoumaného jevu
- b_k** (Partial Problems PP-k) – Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon
- C_k** (Abstrakce) – Vymezování podstat abstrakcí v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- C_k** (Abstraction) – Delimitation of essences by abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- c_k** (Dílčí řešení DP-k) – Výsledek abstrakce: dílčí pojmy, dílčí poznatky, různé vztahy, atd.
- c_k** (Partial Solutions of PP-k) – Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge pieces, various relationship etc.
- D_k** (Syntéza) – Syntetické nalezení závislostí mezi výsledky abstrakce v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- D_k** (Synthesis) – Synthetic finding of dependencies among the results of abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- d_k** (Dílčí závěry DZ-k) – Výsledek syntézy: princip, zákon, závislost, souvislost, atd
- d_k** (Partial Conclusions PC-k) – Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.
- E_k** (Myšlenková rekonstrukce) – Myšlenková rekonstrukce zkoumaného jevu / zkoumané oblasti reality
- E_k** (Intellectual Reconstruction) – Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality
- e** (Celkové řešení složitého problému „a“) – Výsledek myšlenkové rekonstrukce: analyticko-syntetická struktura pojmově poznatkového systému
- e** (Total Solution of Complex Problem "a") – Result of intellectual reconstruction: analytical synthetic structure of conceptual knowledge system

3. Analytical Synthetic Model of General Chemistry

The analytical synthetic model of general chemistry is presented with the help of figure Fig.2 in Czech and in English

This model represents the result of transformation T1 – conceptual curriculum of chemistry as the scientific system of chemistry from the point of its communication

Obr.2 (Fig.2) Analyticko-syntetický model konceptuálního kurikula obecné chemie

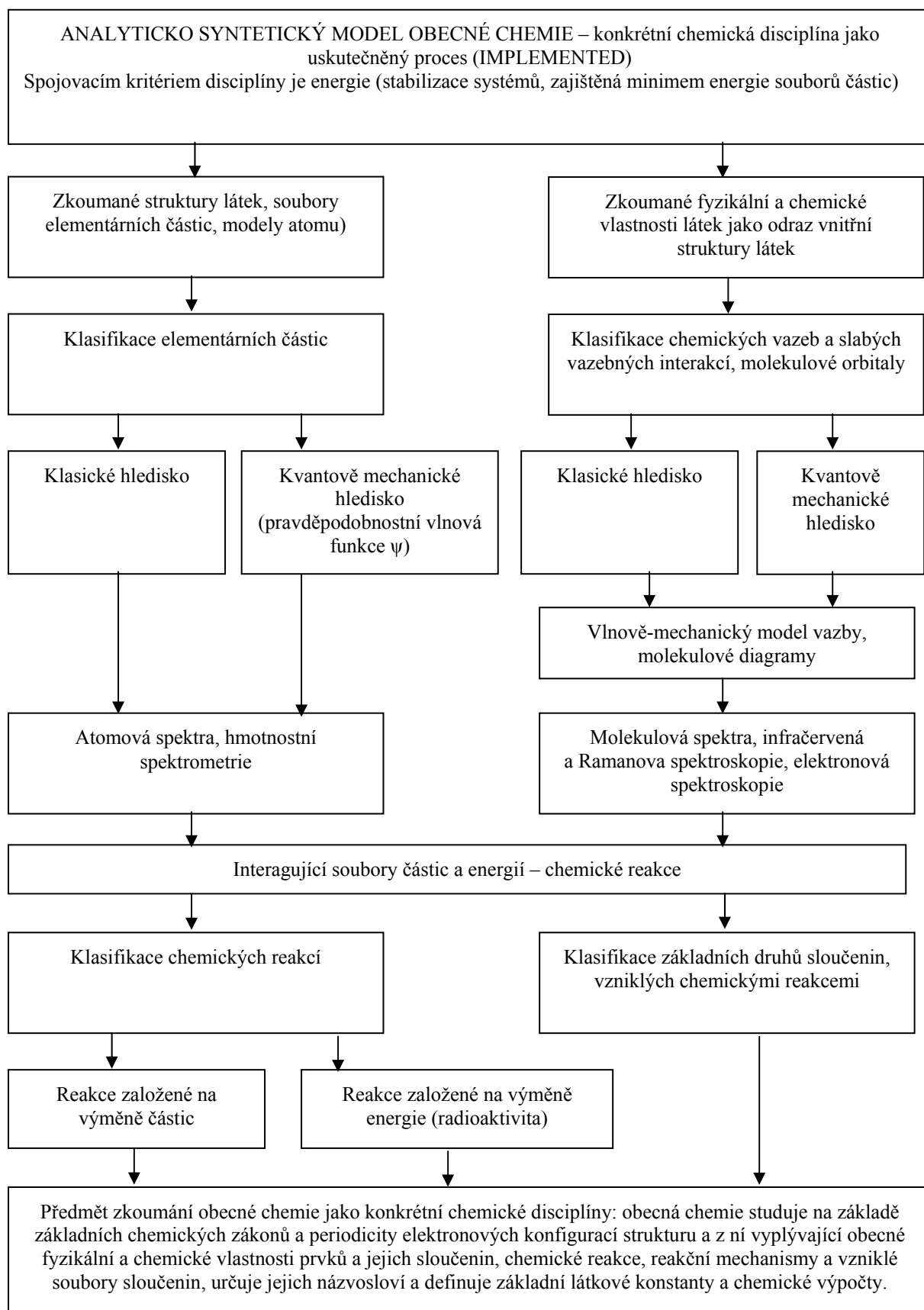
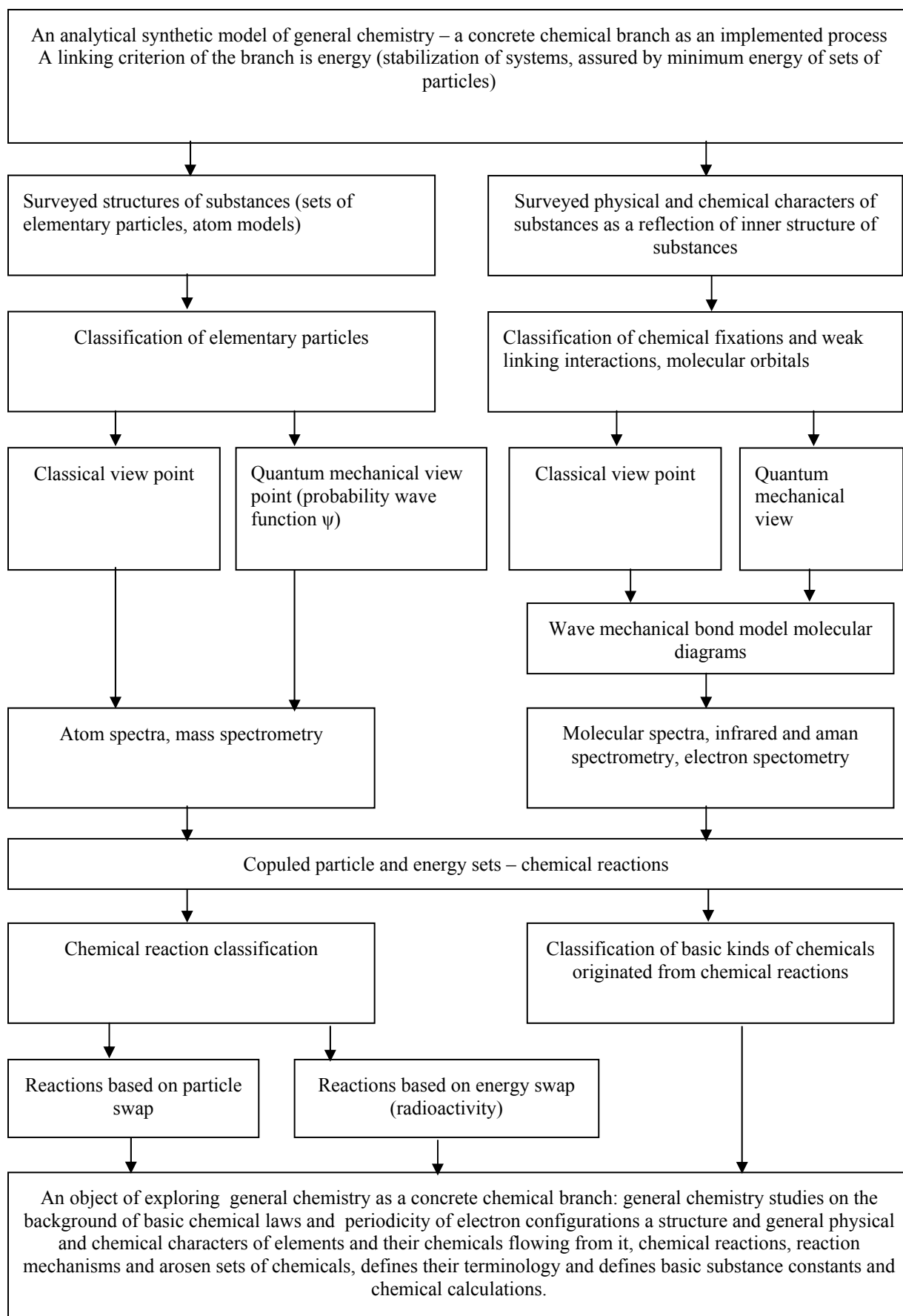


Fig.2 Analytical synthetic model of conceptual curriculum of general chemistry



REFERENCES

- [1] Procházka, P., Záškodný, P. (2007) Analytical Synthetic Modeling Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication, Vol.3.-Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný, P. (2007) Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum. In: In: Educational and Didactic Communication, Vol.1.- Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktik
- [3] Škrabánková, J. (2007) Theoretical Basis of Creation of Pedagogical Structures – A Models of the Logical Structure of the Educational Process. Brno, Czech republic: MSD, spol. s.r.o.

Conceptual Curricula of Inorganic and Organic Chemistry and their Analytical Synthetic Models

Author: PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

janaskrabankova@seznam.cz

Reviewer: Assoc. Prof. Oldřich Šimoník, CSc.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Key Words

Curricular Process of Chemistry, Variant Form of Curriculum, Analytical Synthetic Modeling, Analytical Synthetic Models of Conceptual Curriculum of Inorganic and Organic Chemistry

Abstract

The curricular process of chemistry is described as the succession of transformed variant forms of curriculum. The analytical synthetic modeling curriculum variant form is described. The models of inorganic and organic chemistry are presented as the parts of analytical synthetic model of conceptual curriculum of chemistry.

CONTENT

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication
2. Analytical synthetic modeling Variant Form of Curriculum
3. Analytical Synthetic Model of Conceptual Curricula of Inorganic and Organic Chemistry

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see Procházka, Záškodný, 2007, [1]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication .

The concept “**Curriculum**” can be explained as “**educational content**” and the theory of curriculum, adequate to **conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism**. The concept “**Variant form of curriculum**” can be explained as “**variant form of educational content**”.

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Scientific System of Chemistry** → Scientific system of chemistry from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum of Chemistry**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum of Chemistry** → Educational content of Chemistry (**Intended Curriculum of Chemistry**)

Transformation T3: **Intended Curriculum of Chemistry** → Instruction project of Chemistry and its components (**Projected Curriculum of Chemistry**)

Transformation T4: **Projected Curriculum of Chemistry** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum of Chemistry**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum of Chemistry** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum of Chemistry**)

Both, the succession of variant forms of curriculum and the succession of transformations T1 to T4 are creating “Curricular Process of Chemistry”.

The general chemistry will be investigated as the conceptual curriculum (as the scientific system of chemistry from the point of view of its communication) and as the integral part of curriculum process of chemistry.

2. Analytical Synthetic Modeling of Variant Forms of Curriculum

The analytical synthetic modeling variant form of curriculum will be described with the help of work P. Záškodný, 2007, [2]. The general analytical synthetic model variant form of curriculum as the analytical synthetic model of problem solving is presented by means of figure Fig.1 and Legend to Fig.1.

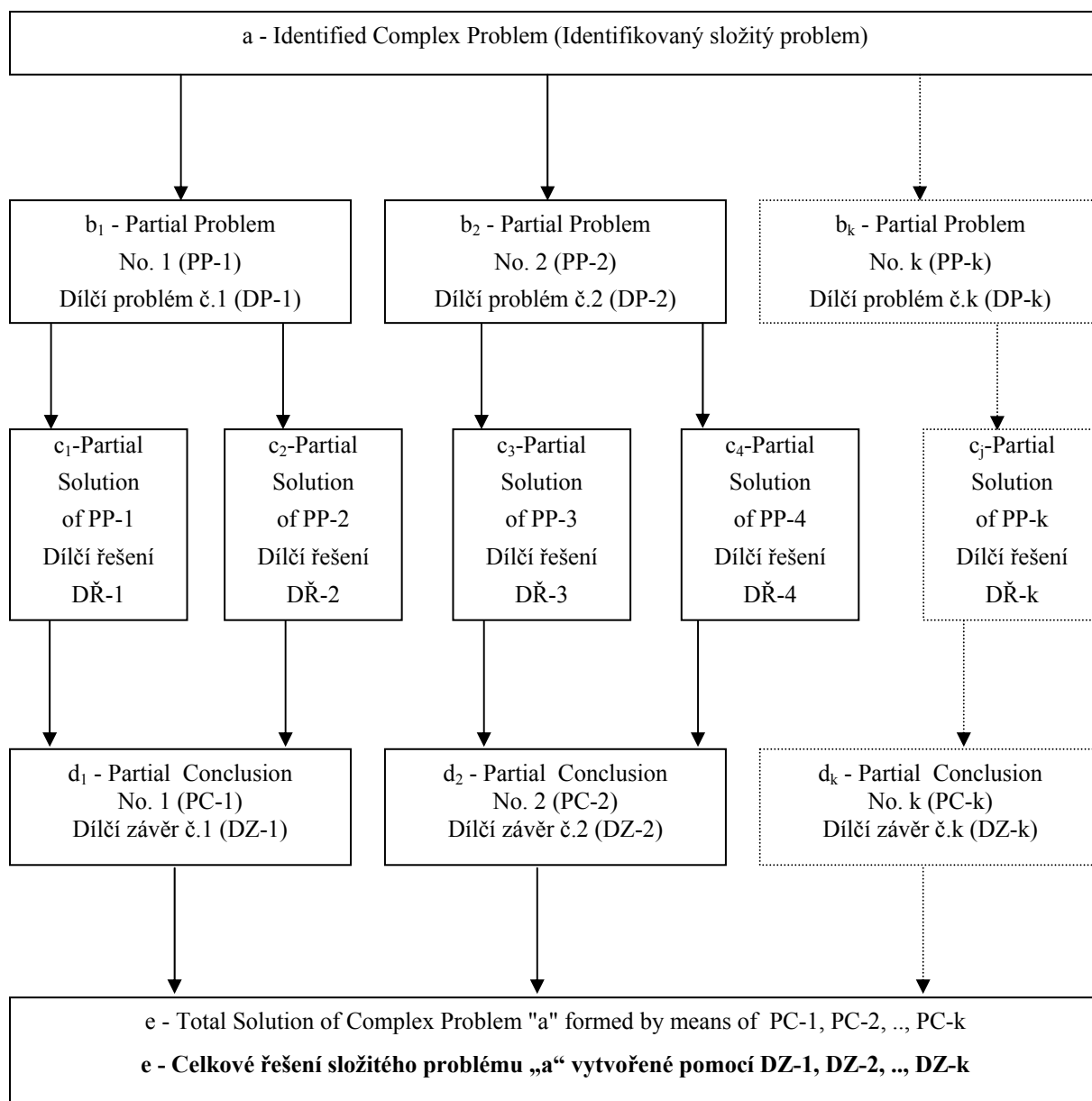


Fig. 1 (Obr. 1)
General Analytical Synthetic Model of Cognitive Structure
Obecný analyticko-syntetický model kognitivní struktury

Legenda k obr. 1

Legend to Fig. 1

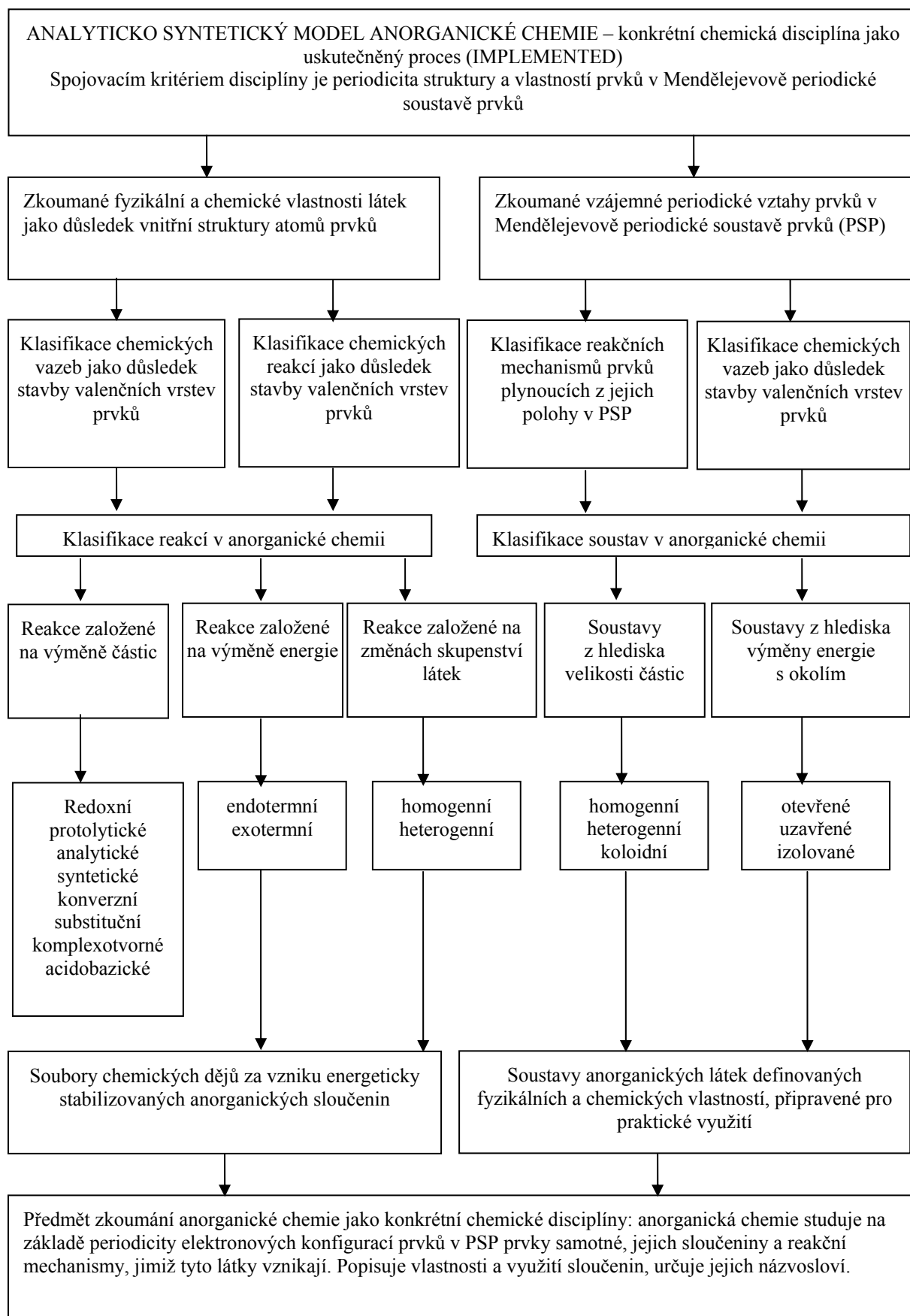
- a** (Identifikovaný složitý problem) – Zkoumaná oblast reality, zkoumaný jev
- a** (Identified Complex Problem) – Investigated area of reality, investigated phenomenon
- B_k** (Analýza) – Analytické rozčlenění v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- B_k** (Analysis) – Analytical lay out within the framework of corresponding cognitive level
- b_k** (Dílčí problémy DP-k) – Výsledek analýzy: podstatné atributy a rysy zkoumaného jevu
- b_k** (Partial Problems PP-k) – Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon
- C_k** (Abstrakce) – Vymezování podstat abstrakcí v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- C_k** (Abstraction) – Delimitation of essences by abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- c_k** (Dílčí řešení DP-k) – Výsledek abstrakce: dílčí pojmy, dílčí poznatky, různé vztahy, atd.
- c_k** (Partial Solutions of PP-k) – Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge pieces, various relationship etc.
- D_k** (Syntéza) – Syntetické nalezení závislostí mezi výsledky abstrakce v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- D_k** (Synthesis) – Synthetic finding of dependencies among the results of abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- d_k** (Dílčí závěry DZ-k) – Výsledek syntézy: princip, zákon, závislost, souvislost, atd
- d_k** (Partial Conclusions PC-k) – Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.
- E_k** (Myšlenková rekonstrukce) – Myšlenková rekonstrukce zkoumaného jevu / zkoumané oblasti reality
- E_k** (Intellectual Reconstruction) – Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality
- e** (Celkové řešení složitého problému „a“) – Výsledek myšlenkové rekonstrukce: analyticko-syntetická struktura pojmově poznatkového systému
- e** (Total Solution of Complex Problem "a") – Result of intellectual reconstruction: analytical synthetic structure of conceptual knowledge system

3. Analytical Synthetic Models of Inorganic and Organic Chemistry

The analytical synthetic models of inorganic and organic chemistry are presented with the help of figures Fig.2 and Fig.3 in Czech and in English

These models represent the result of transformation T1 – conceptual curriculum of chemistry as the scientific system of chemistry from the point of its communication

Obr.2 (Fig.2)Analyticko-syntetický model konceptuálního kurikula anorganické chemie



Obr.3 (Fig.3) Analyticko-syntetický model konceptuálního kurikula organické chemie

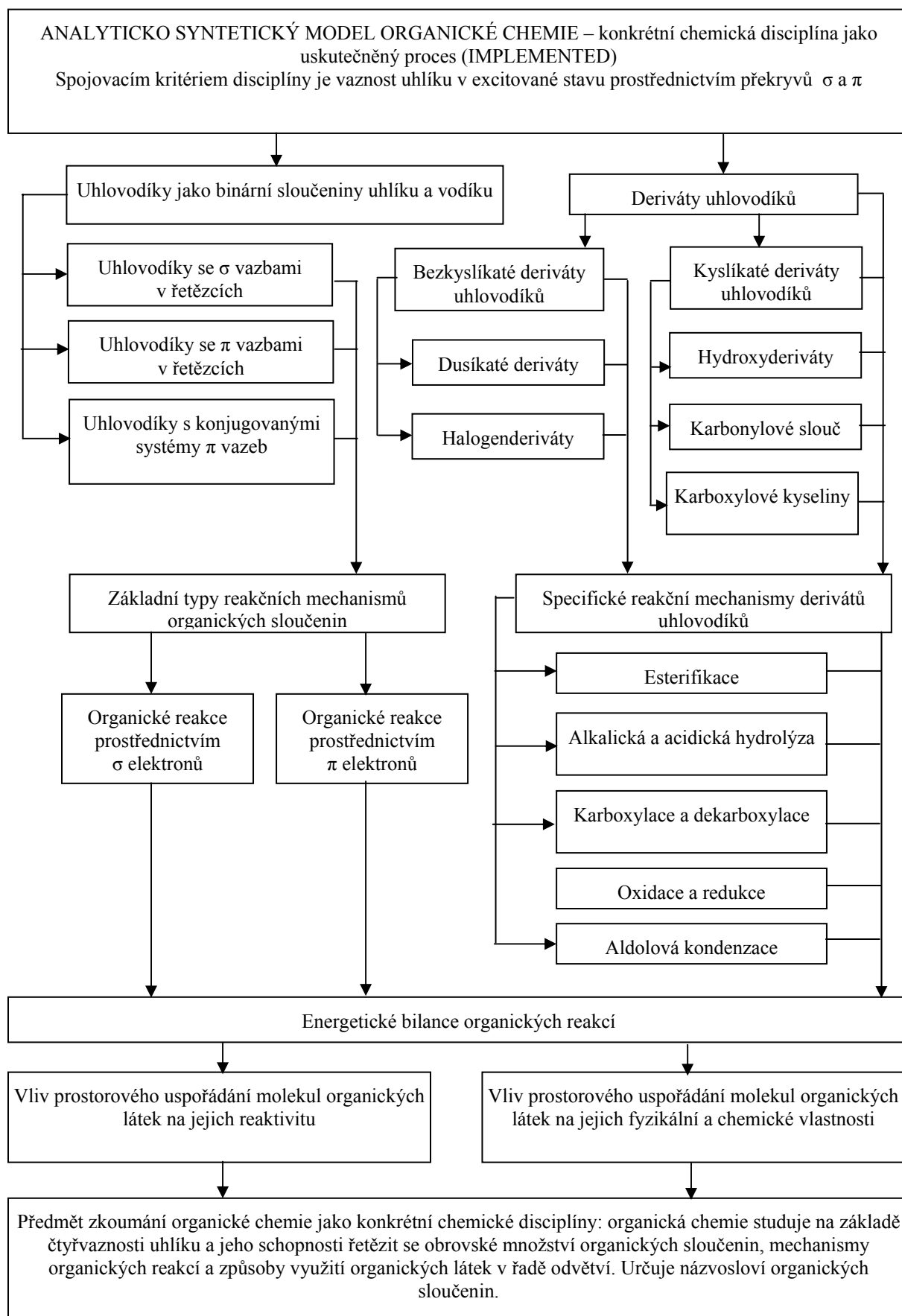


Fig.2 Analytical synthetic model of conceptual curriculum of inorganic chemistry

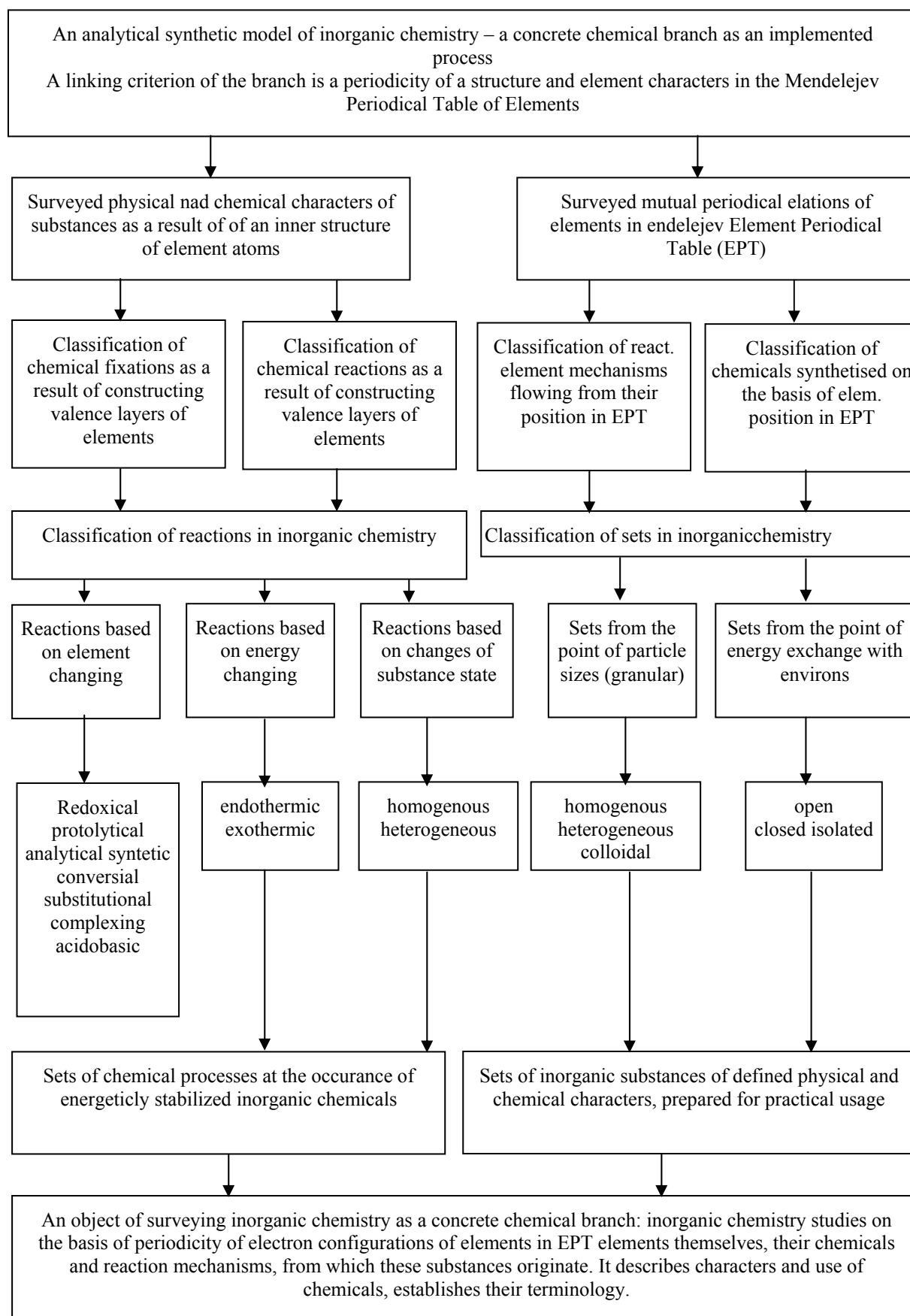
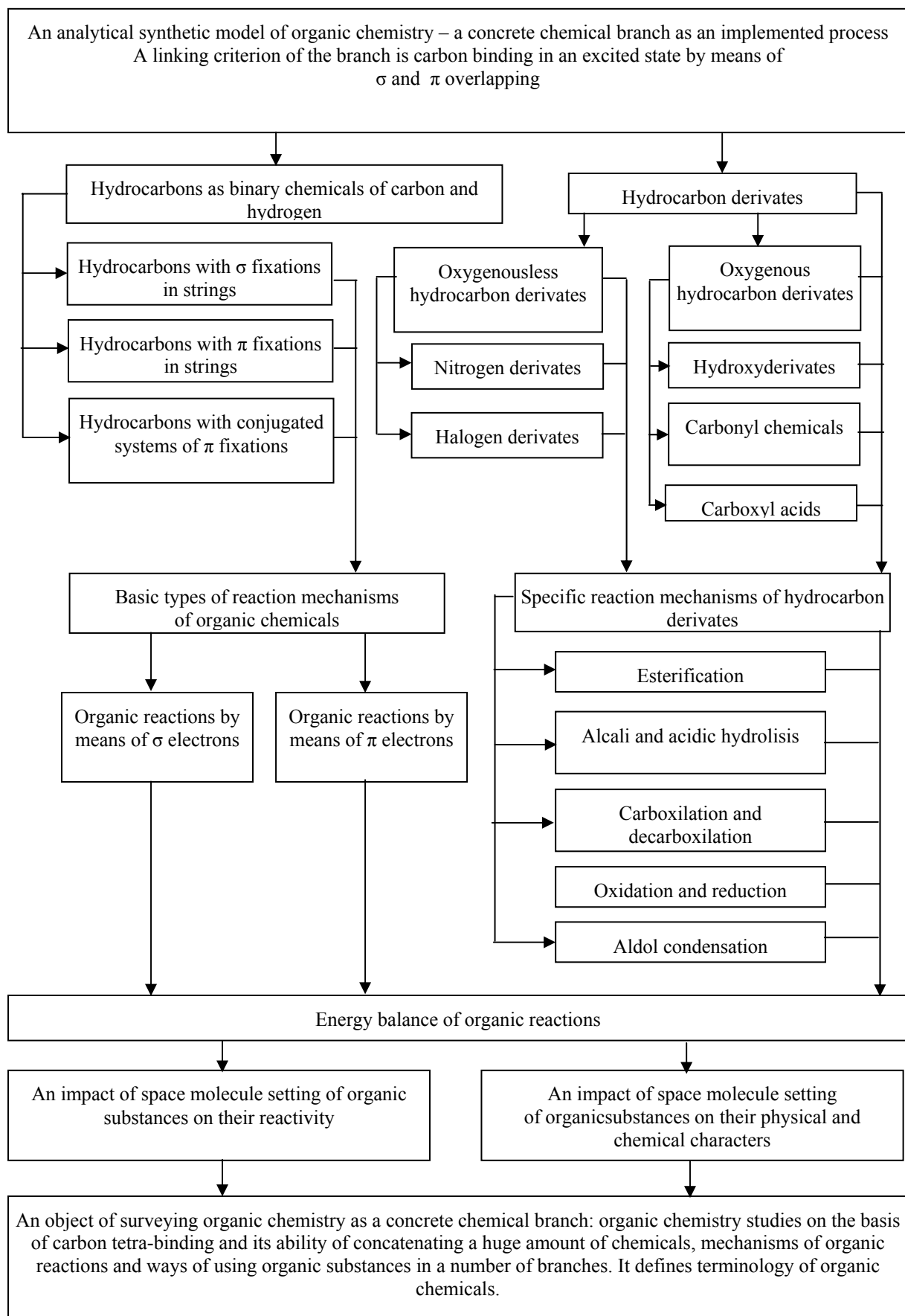


Fig.3 Analytical synthetic model of conceptual curriculum of organic chemistry



REFERENCES

- [1] Procházka, P., Záškodný, P. (2007) Analytical Synthetic Modeling Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication, Vol.3.-Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný, P. (2007) Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum. In: In: Educational and Didactic Communication, Vol.1.- Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktik
- [3] Škrabánková, J. (2007) Theoretical Basis of Creation of Pedagogical Structures – A Models of the Logical Structure of the Educational Process. Brno, Czech republic: MSD, spol. s.r.o.

Conceptual Curriculum of Biochemistry and its Analytical Synthetic Model

Author: PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

janaskrabankova@seznam.cz

Reviewer: Assoc. Prof. Josef Trna, CSc.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Key Words

Curricular Process of Chemistry, Variant Form of Curriculum, Analytical Synthetic Modeling, Analytical Synthetic Model of Conceptual Curriculum of Biochemistry

Abstract

The curricular process of chemistry is described as the succession of transformed variant forms of curriculum. The analytical synthetic modeling curriculum variant form is described. The model of biochemistry is presented as a part of analytical synthetic model of conceptual curriculum of chemistry.

CONTENT

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication
2. Analytical synthetic modeling Variant Form of Curriculum
3. Analytical Synthetic Model of Conceptual Curriculum of Biochemistry

1. Curriculum transformations within educational and didactic communication

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see Procházka, Záškodný, 2007, [1]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication .

The concept “**Curriculum**” can be explained as “**educational content**” and the theory of curriculum, adequate to **conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism**. The concept “**Variant form of curriculum**” can be explained as “**variant form of educational content**”.

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Scientific System of Chemistry** → Scientific system of chemistry from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum of Chemistry**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum of Chemistry** → Educational content of Chemistry (**Intended Curriculum of Chemistry**)

Transformation T3: **Intended Curriculum of Chemistry** → Instruction project of Chemistry and its components (**Projected Curriculum of Chemistry**)

Transformation T4: **Projected Curriculum of Chemistry** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum of Chemistry**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum of Chemistry** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum of Chemistry**)

Both, the succession of variant forms of curriculum and the succession of transformations T1 to T4 are creating “Curricular Process of Chemistry”.

The general chemistry will be investigated as the conceptual curriculum (as the scientific system of chemistry from the point of view of its communication) and as the integral part of curriculum process of chemistry.

2. Analytical Synthetic Modeling of Variant Forms of Curriculum

The analytical synthetic modeling variant form of curriculum will be described with the help of work P.Záškodný, 2007, [2]. The general analytical synthetic model variant form of curriculum as the analytical synthetic model of problem solving is presented by means of figure Fig.1 and Legend to Fig.1.

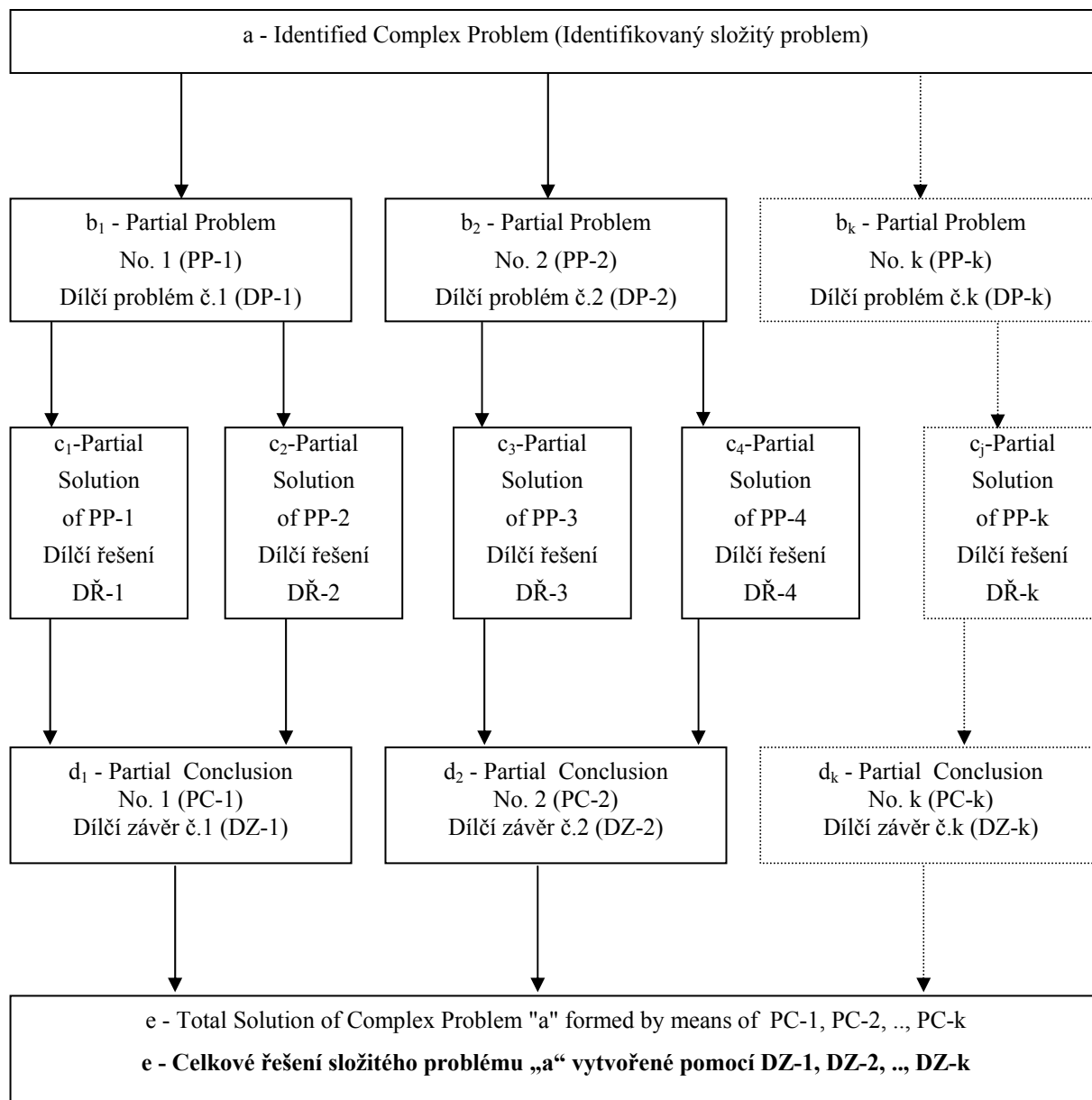


Fig. 1 (Obr. 1)
General Analytical Synthetic Model of Cognitive Structure
Obecný analyticko-syntetický model kognitivní struktury

Legenda k obr. 1

Legend to Fig. 1

- a** (Identifikovaný složitý problem) – Zkoumaná oblast reality, zkoumaný jev
- a** (Identified Complex Problem) – Investigated area of reality, investigated phenomenon
- B_k** (Analýza) – Analytické rozčlenění v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- B_k** (Analysis) – Analytical lay out within the framework of corresponding cognitive level
- b_k** (Dílčí problémy DP-k) – Výsledek analýzy: podstatné atributy a rysy zkoumaného jevu
- b_k** (Partial Problems PP-k) – Result of analysis: essential attributes and features of investigated phenomenon
- C_k** (Abstrakce) – Vymezování podstat abstrakcí v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- C_k** (Abstraction) – Delimitation of essences by abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- c_k** (Dílčí řešení DP-k) – Výsledek abstrakce: dílčí pojmy, dílčí poznatky, různé vztahy, atd.
- c_k** (Partial Solutions of PP-k) – Result of abstraction: partial concepts, partial knowledge pieces, various relationship etc.
- D_k** (Syntéza) – Syntetické nalezení závislostí mezi výsledky abstrakce v rámci odpovídající kognitivní úrovně
- D_k** (Synthesis) – Synthetic finding of dependencies among the results of abstraction within the framework of corresponding cognitive level
- d_k** (Dílčí závěry DZ-k) – Výsledek syntézy: princip, zákon, závislost, souvislost, atd
- d_k** (Partial Conclusions PC-k) – Result of synthesis: principle, law, dependence, continuity etc.
- E_k** (Myšlenková rekonstrukce) – Myšlenková rekonstrukce zkoumaného jevu / zkoumané oblasti reality
- E_k** (Intellectual Reconstruction) – Intellectual reconstruction of investigated phenomenon / investigated area of reality
- e** (Celkové řešení složitého problému „a”) – Výsledek myšlenkové rekonstrukce: analyticko-syntetická struktura pojmově poznatkového systému
- e** (Total Solution of Complex Problem "a") – Result of intellectual reconstruction: analytical synthetic structure of conceptual knowledge system

3. Analytical Synthetic Model of Biochemistry

The analytical synthetic model of biochemistry is presented with the help of figure Fig.2 in Czech and in English

This model represents the result of transformation T1 – conceptual curriculum of chemistry as the scientific system of chemistry from the point of its communication

Obr. 2 (Fig. 2) Analyticko-syntetický model konceptuálního kurikula biochemie

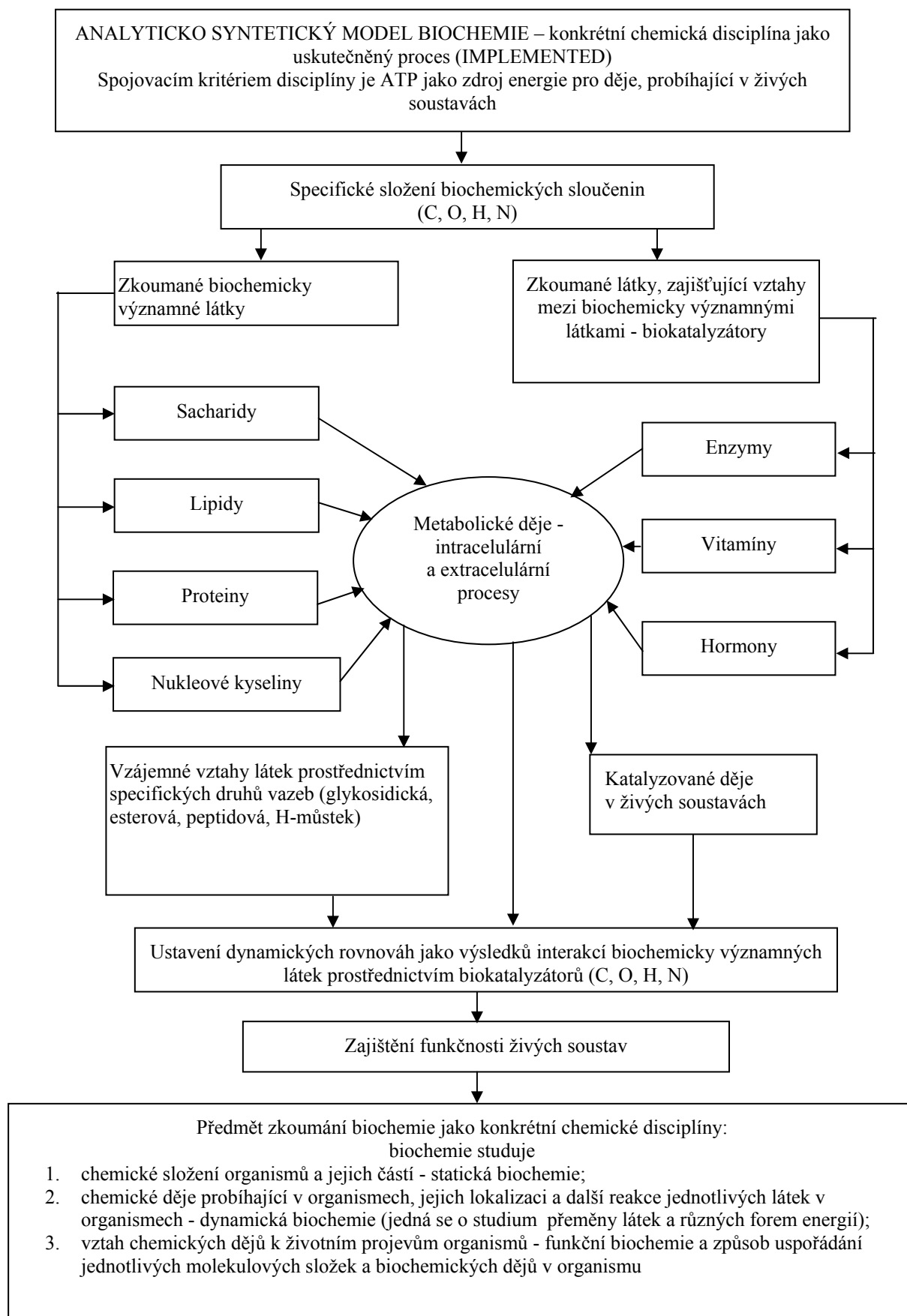
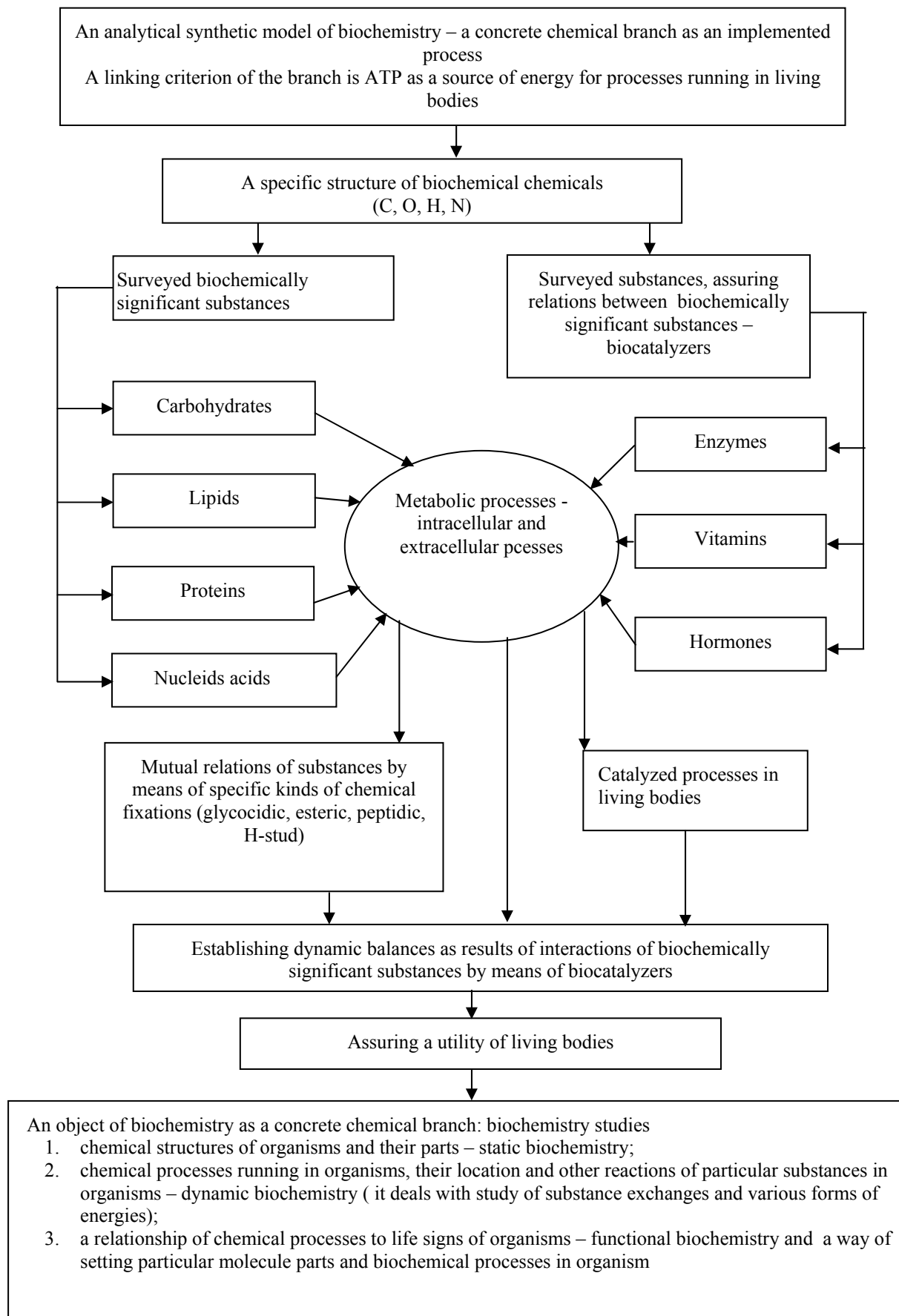


Fig.2 Analytical synthetic model of conceptual curriculum of biochemistry



REFERENCES

- [1] Procházka, P., Záškodný, P. (2007) Analytical Synthetic Modeling Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication, Vol.3.-Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný, P. (2007) Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum. In: In: Educational and Didactic Communication, Vol.1.- Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Škrabánková, J. (2007) Theoretical Basis of Creation of Pedagogical Structures – A Models of the Logical Structure of the Educational Process. Brno, Czech republic: MSD, spol. s.r.o.

INCORPORATION OF RADIOLOGICAL PHYSICS WITHIN PHYSICS STRUCTURE

Bc.Elena Rimeková

University of South Bohemia

Rewriter: MUDr.Richard Hrubý, Ph.D.

Department of Oncology of Žilina Hospital

Key Words

Curricular Process, Conceptual Curriculum, Model of Conceptual Curriculum, Incorporation of Radiological Physics

Abstract

Paper executed classification of radiological physics what belongs between natural sciences. The yellow areas marks the radiological physics in interrelation of the physical dynamic action. Ionizing radiation is the base of radiological physics.

Content

1. Description of Curricular Process
2. Model of Conceptual Curriculum of Physics
3. Incorporation of Radiological Physics

1. Description of Curricular Process

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the individual forms of existence of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [1]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1]).

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” (see [1]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism (see [1]).

In the framework of the conceptions "Didactic Communication" and “Educational Communication“, here is the order of transformations of scientific curriculum.

This order of transformations is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application. (**Attained Curriculum**)

The curricular process can be associated with the succession of variant forms of curriculum:

Conceptual Curriculum,

Intended Curriculum,

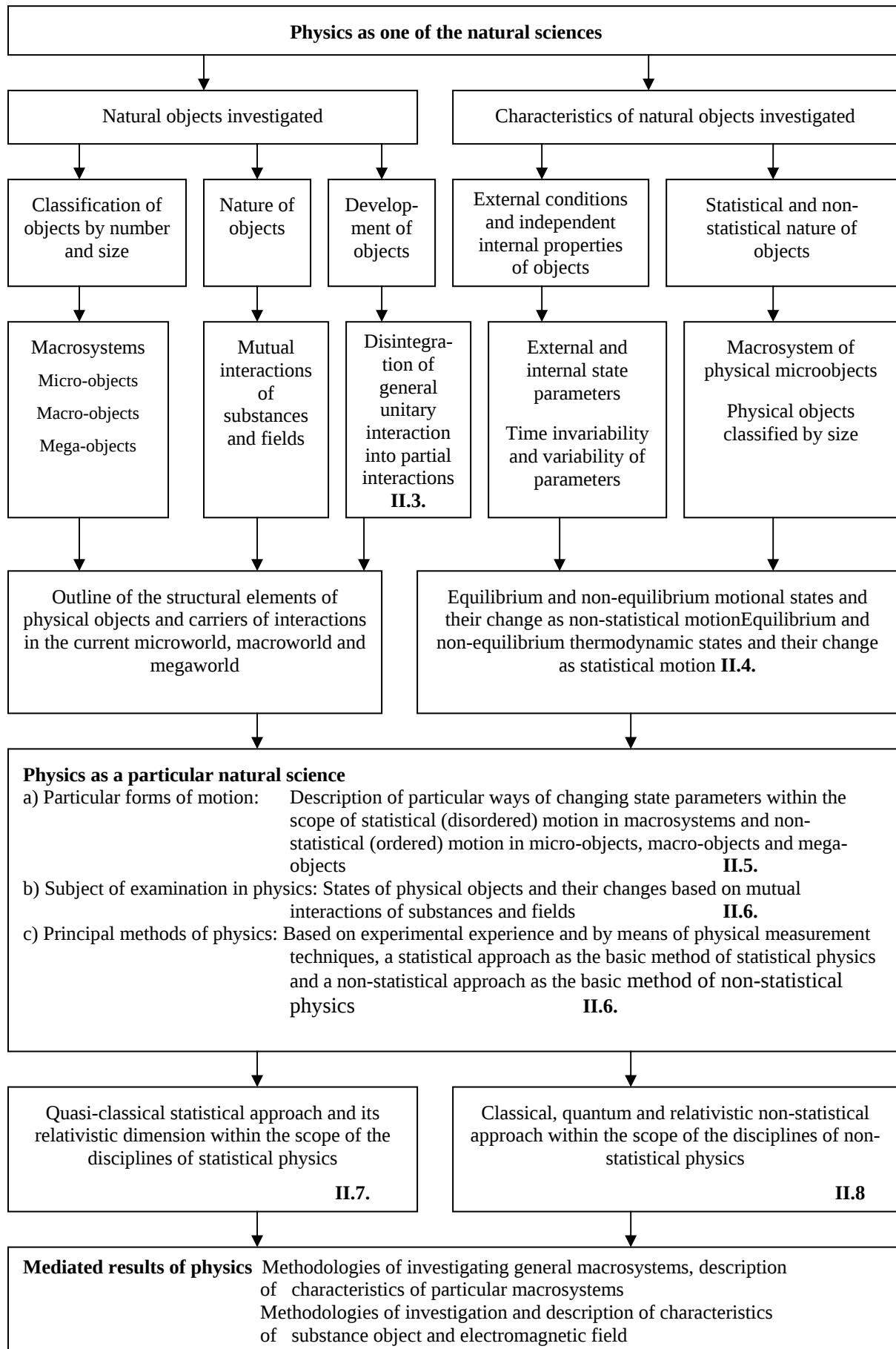
Projected Curriculum,

Implemented Curriculum,

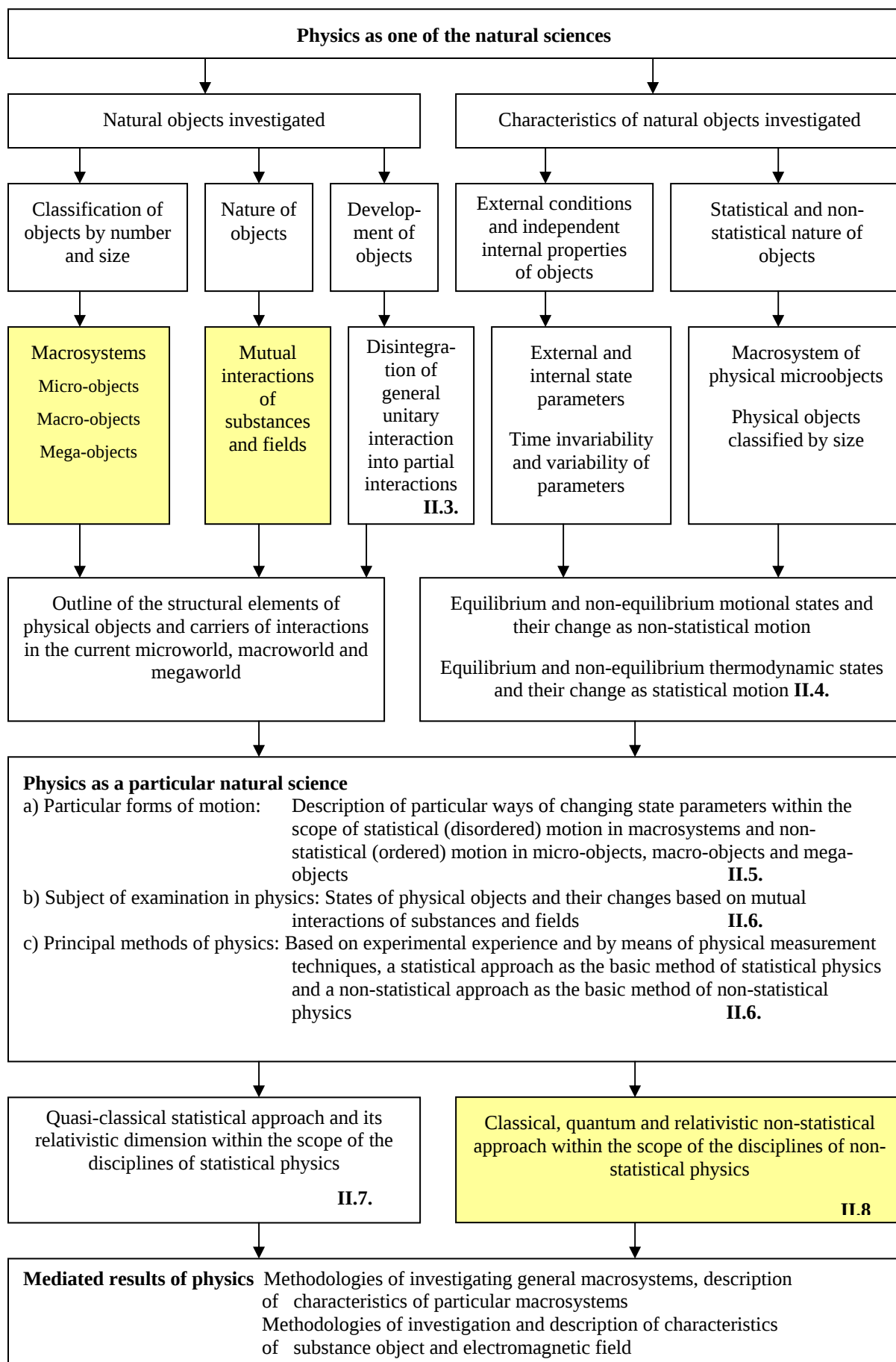
Attained Curriculum.

2. Model of Conceptual Curriculum of Physics

The investigation of incorporation of radiological physics within physics structure should be started from model of conceptual curriculum of physics. The model of conceptual curriculum (model of physics structure) is presented in this paragraph (see [2]). The parts of model are marked by means of chapters in book [2].



3. Incorporation of Radiological Physics



Radiological physics is the part of physics which concentrates on ionising radiation - its origin, properties, interactions and detection. These events function at the level of the structural elements of all physical objects. Their course is determined by reciprocal interactions with the carriers of these interactions (see II.2.). Radiological physics is working, above all, with micro-objects and macro-objects. Radiological physics is possible to take as a part of non-statistical physics with its classical, quantum, and relativistic dimension (see II.8).

The yellow areas on the graph marks the place of radiological physics in the conceptual curriculum of physics as a natural science. Radiological physics is a system of dynamic actions which forms the basis of reciprocal interactions of solids and arrays.

REFERENCES

- [1] Prochazka,P., Zaskodny,P.: Analytical Synthetic Models of Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication, Vol.3.-Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Zaskodny, P.: Survey of Principles of Theoretical Physics. Algoritmus, Avenira Foundation. Czech Republic, Switzerland. 2006

K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky

Doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.

Přírodovědecká fakulta UP Olomouc, ČR

Klíčová slova

Didaktická komunikace fyziky, řečová prezentace učiva, text, reálný experiment, algebraická a grafická prezentace, dynamicko ikonická prezentace, dynamický model, multimediální interaktivní prezentace učiva

Abstrakt

V příspěvku je naznačen vývoj didaktické komunikace ve výuce fyziky od řeči a textu, až po současné informačně komunikační technologie. Tento vývoj je ilustrován ukázkami výkladu časových závislostí kinematických veličin při pohybu pružného míče.

Z hlediska obsahu výuky je pro vývoj didaktické komunikace charakteristické, že jsou do sdělitelné podoby transformovány ve stále větší míře poznatky, které jsou obtížně dostupné smyslovému vnímání, nebo se týkají aplikací komplexního charakteru. Zatím co na počátku 20. století v učebnicích téměř chyběly poznatky, které by vyžadovaly vyšší stupeň abstrakce a zobecnění, na konci století tvořily již podstatný podíl v učivu poznatky vyžadující značný stupeň abstrakce. Fyzikální obraz světa, k němuž fyzikální poznání směřuje, se opírá o teorie, jejichž didaktická komunikace je obtížná a často málo účinná. Výuka fyziky se soustředila zejména na poznatky o objektech a dějích, které žák mohl nejen smyslově vnímat, ale mohl se s jejich konkrétní podobou setkávat i v praktických činnostech. Z tohoto hlediska je současnost fyziky i jejích praktických aplikací podstatně složitější a žák mnohdy smysl poznatků tzv. moderní fyziky obtížně chápe a často má i určité psychické zábrany přijímat s důvěrou pohledy na svět očima např. speciální teorie relativity nebo kvantové fyziky. Zde pak sehrávají důležitou funkci nejrůznější modely (reálné nebo virtuální), kterými se smyslům dostupným způsobem nové poznatky ve fyzice přibližují. Je paradoxem didaktické komunikace ve fyzice, že stále obtížnější komunikovatelnost fyzikálních poznatků je do jisté míry kompenzována právě bohatstvím možností, které do didaktické komunikace přináší současné informačně komunikační technologie. Ty se stávají základem do jisté míry samostatné didaktické disciplíny označované jako technologie vzdělávání.

Z hlediska vývoje didaktické komunikace, který se díky moderním technologiím neustále obohacuje a větví do různých technických řešení, můžeme bez nároků na úplnost vymezit v hierarchickém uspořádání nejdůležitější její formy:

- ☐ Řečová prezentace učiva učitelem
- ☐ Text (učebnice, zápisu na tabuli apod.)
- ☐ Reálný experiment
- ☐ Algebraická, popř. grafická prezentace
- ☐ Dynamicko ikonická prezentace
- ☐ Dynamický model
- ☐ Multimediální interaktivní prezentace

Jak nové technologie mohou ovlivnit vlastní didaktickou komunikaci je možné ilustrovat na jednoduchém příkladu mechanického děje – pádu pružného míčku s opakovaným odrazem. Tento relativně jednoduchý děj může být ve výuce prezentován několika způsoby s různou úrovní pohledu na uvedený děj. Může to být:

- Textová a obrazová prezentace
- Reálný experiment podporovaný počítačem
- Simulace fyzikálního děje počítačovým programem
- Interaktivní simulační model
- Dynamický model a jeho studium
- Analýza digitálního záznamu reálného děje
- Vzdálená laboratoř (virtuální experiment)

Některé z těchto možností jsou podrobněji uvedeny v publikaci [1] a v obrazové prezentaci [2].

V praktické výuce je dosud málo doceněna jedna z nových technologií využívající snadnou dostupnost digitalizovaného obrazového záznamu, který lze pořídit běžným digitálním fotoaparátem. Možnosti této technologie byly zkoumány na příkladech kmitání různých typů mechanických oscilátorů (tlumený pružinový oscilátor, kyvadlo, spřažená kyvadla, chaotické kyvadlo), přičemž byly posouzeny kvality volně dostupného

softwaru pro aplikaci metody tzv. videoanalýzy. Výsledky jsou shrnuty v publikaci [3], ke které se vztahuje obrazová prezentace [4].

Obsah

- [1] Lepil, O.: K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky. In: Sborník z konference DIDFYZ 2004, FPV UKF, Nitra 2005. (viz Vzdělávací a didaktická komunikace, 3.díl – dodatky, didcom1.pdf)
- [2] K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky – obrazová a grafická příloha (viz Vzdělávací a didaktická komunikace, 3.díl – dodatky, didcom2.pdf)
- [3] Lepil, O. (2004). Videoanalýza kmitání mechanických oscilátorů, Matematika, fyzika, informatika 14, str. 214 – 221 (viz Vzdělávací a didaktická komunikace, 3.díl – dodatky, videokmit1.pdf)
- [4] Videoanalýza kmitavých dějů – obrazová a grafická příloha (viz Vzdělávací a didaktická komunikace, 3.díl – dodatky, videokmit2.pdf).

Model didaktickej komunikácie na základnej a strednej škole

RNDR. Alica Sivošová

Bratislava

Kľúčové slová

Didaktická komunikácia, heuristická metóda, algoritmická metóda, programová metóda, verbálna a neverbálna komunikácia, činnosť-obrazová reprezentácia pojmu, slovo-symbolická reprezentácia pojmu, didaktický text, pedagogický text, štruktúra komunikácie, zameranie komunikácie, metódy hodnotenia, zameranie hodnotenia metódy vyučovania, modifikácia učiva

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá didaktickou komunikáciou z viacerých hľadísk. Analyzuje štruktúry pojmov tematického celku pri hľadaní odpovede na otázku „Čo učím?“. Ďalej analyzuje súvislosti medzi metódami sprostredkovania učiva a hodnotením ich účinnosti v súvislosti s otázkou „Ako učím a ako hodnotím žiakov?“. Zaoberá sa verbálnou komunikáciou na vyučovacích hodinách v súvislosti s hľadaním odpovedí na otázku „Ako komunikujem so žiakmi?“. V závere popisuje prvky didaktickej komunikácie ako prostriedku vytvorenia atmosféry priaznivej rozvoju žiakov v súvislosti s otázkou: „Čo svojou činnosťou spôsobujem.“

Obsah

1. Úvod
2. Termíny, východiská a zámery
3. Analýza štruktúry pojmov tematického celku
4. Rešpektovanie súvislostí medzi metódami sprostredkovania učiva a hodnotením jeho zvládnutia
5. Verbálna komunikácia na vyučovacích hodinách
6. Didaktická komunikácia ako prostriedok vytvorenia atmosféry priaznivej rozvoju žiaka

1. Úvod

Iste nevyslovíme nič nového, keď povieme, že dnešné vyučovanie vo všeobecnosti (t.j. nevylučujeme špeciálne prípady iného charakteru) nie je efektívne, nevytvára podmienky na tvorbu myšlienok o predmete záujmu, neprovokuje žiakov argumentovať a samostatne cieľavedome konať. Keď sa prenesieme do 80-tych rokov predchádzajúceho storočia, stretneme sa s tou istou charakteristikou účinnosti vyučovania. V tom čase, teoretici vyučovania (didaktiky) pri hľadaní zmeny k lepšiemu, považovali za jeden z prostriedkov zlepšenia situácie tzv. heuristickú metódu. V súlade s touto myšlienkou sa organizovali školenia, semináre a konferencie, ktorých úlohou bolo vytvoriť čo najširšie používanie heuristickej metódy. K dispozícii boli mnohé hodnotné publikácie prevažne teoretického charakteru. Veľa učiteľov zistilo, že heuristická metóda vlastne zodpovedá ich zaužívanej praxi, je účinná a vytvára požadované zmeny.

Celá snaha, aby sa heuristická metóda stala čo najširšie používanou, mala však jednu závažnú „Achilovu pätu“. Metóda bola náročné na čas, t.j. na plnenie, v tom čase závažného tematického plánu vyučovania. Pri porovnaní s tradičným vyučovaním sa pri plnení časového plánu dostalo vždy do tzv. časovej tiesne, čo bolo inšpekciou veľmi nepriaznivo hodnotené. Tento časový sklz vznikol aj preto, že poznatky nadobudnuté novou metódou sa hodnotili metódami a prostriedkami vyučovania, ktoré hodnotili iba úroveň pamäte a schopnosť reprodukcie, t.j. to nové, čo heuristická metóda priniesla, ostalo nepovšimnuté. V nasledujúcich rokoch, aj keď sa školské inšpekcie už tak prísne nezaoberala hodnotením plnenia časových rozpisov tematických plánov, nemala heuristická metóda žiadnu možnosť sa rozvinúť, lebo korunným prostriedkom hodnotenia úrovne vedomostí sa stali jednotne vyhodnocované vedomostné testy. Treba si uvedomiť, že tieto testy majú rozhodne svoje potrebné miesto v celom systéme vzdelávania. Žiaľ, v súčasnosti sa stali „módny“ univerzálnym prostriedkom hodnotenia úrovne vyučovania. Stratili tým svoj pôvodný význam a pripomínajú skôr „zaplevelené pole“ ako účinný prostriedok hodnotenia úrovne vyučovania. Na záver tejto úvahy treba konštatovať, že snaha zmeniť pragmatiku vyučovania

zavedením heuristickej metódy ostala na polceste. Sme presvedčení, že nič z toho, čo sa vložilo do pedagogickej praxe na konci minulého storočia, celkom nezaniklo, implicitne existuje ďalej a bude možné v ňom pokračovať.

Pretože renesancia postupov a prostriedkov heuristickej metódy môže vo veľkej miere podporiť snahu o skvalitnenie vyučovania v duchu najnovších požiadaviek naň, je na mieste dokončiť to, čo ostalo na polceste. Vykročeniu v tomto smere sa venujú myšlienky v tejto publikácii. Ich teoretickým východiskom sú poznatky ruského vedca L. S. Vygotského, prezentované v publikácii Myšlienky a řeč, SPN, Praha 1970, ktoré autorka použila na systematické utriedenie skúseností získaných pri veľkom počte hospitácií a následných hodnotení práce vynikajúcich učiteľov na základných a stredných školách v ČSSR, Poľsku, Rusku, Ukrajiny a NDR v priebehu 10-tich rokov.

Celý príspevok bude mať tri časti, spracované v súlade s pedagogickou praxou triedne – hodinovej výučby na našich základných a stredných školách: I. príprava vyučovania, II. uskutočnenie pripraveného a III. hodnotenie účasti celého procesu.

Prvá časť obsahuje tieto kapitoly:

1. Termíny, východiská a zámery. Text je doplnený základnými požiadavkami na vytvorenie podmienok, ktoré umožnia žiakom v priebehu vyučovania objaviť pre nich nové poznatky.
2. Analýza štruktúry pojmov tematického celku. (Hľadanie odpovede na otázku „Čo učím?“)
3. Rešpektovanie súvislosti medzi metódami sprostredkovania učiva a hodnotením ich účinnosti. („Ako učím a ako hodnotím žiakov?“)
4. Verbálna komunikácia na vyučovacích hodinách. (Hľadanie odpovedí na otázku „Ako komunikujem so žiakmi?“)
5. Didaktická komunikácia ako prostriedok vytvorenia atmosféry priaznivej rozvoju žiakov. (Uvedenie si faktu: „Čo svojou činnosťou spôsobujem.“)

Na záver úvodu vyslovíme základné požiadavky, ktoré treba rešpektovať, keď chceme vytvoriť predpoklady na zavedenie heuristickej metódy na školách.

1. Heuristická metóda je jednou z najefektívnejších metód vytvorenia podmienok na to, aby sa žiaci naučili samostatne myslieť, argumentovať a konať.
2. Aby táto metóda bola účinná, treba vytvoriť komplexný model vyučovania, ktorý sa skladá z tradičných a presne definovaných pedagogických pojmov doplnených objektmi, ktoré sú podmienkami na vytvorenie atmosféry vyučovania priaznivej rozvoju žiaka.
3. Už známe a často diskutované metódy a prostriedky organizovania učebných situácií, treba doplniť novými metódami a prostriedkami hodnotenia výsledkov práce v nadväznosti na sprostredkovanie nového učiva.
4. V celej organizácii vyučovania dať čo najväčší priestor živej diskusii učiteľ – žiak, žiak – žiak v rámci heuristickej metódy sprostredkovania nových poznatkov.
5. Všetko nové treba stavať na poznatkoch získaných pamäťou a reprodukováním lebo v opačnom prípade by heuristická metóda „stála na vode“. Preto je potrebné do vyučovania vždy zaradiť aj tradičné metódy hodnotenia (testy) a sprostredkovania nového učiva (vzorové príklady, cvičenia).
6. Pretože ide o nové prvky, ktoré sa budú dostávať do učebných situácií, bude plnenie časového plánu vyučovania tematického celku flexibilné v rámci požiadaviek základného učiva.

Poznámka

Učebné situácie vhodné na objavovanie nastanú, keď mám úlohu, v ktorej je presne formulovaný cieľ a na jej vyriešenie:

- poznáme prostriedky a hľadáme metódu,
- poznáme metódu a hľadáme prostriedky,
- hľadáme prostriedky aj metódu.

2. Termíny, východiská a zámery

Nasledujúce úvahy vychádzajú z publikácie Vygotskij, L. S.: Myšlení a řeč, SPN, Praha, 1970, z ktorej uvádzame citácie. Pre vývoj (uvedomovanie, utváranie, výstavbu, sémantizáciu) oboch druhov pojmov vo vývoji intelektu žiakov platí nasledovné:

„Ako ukazujú výskumy, vyššie psychické funkcie spája všeobecná vlastnosť, a to, že sú sprostredkovanými procesmi, pretože vo svojej štruktúre obsahujú ako ústrednú a základnú časť celého procesu použitie **znaku**, ako základného prostriedku zamerania a regulovania psychických procesov.“

„V našom probléme vytvárania pojmov, je týmto znakom **slovo**, ktoré má **úlohu prostriedku vytvárania pojmov**, čím sa zároveň stáva jeho symbolom.“ (s. 123)

„Experimentálne skúmanie procesu vytvárania pojmov ukázalo, že **funkčné používanie slova alebo iného znaku** ako prostriedku aktívneho zamerania pozornosti, rozčlenenia znakov, ich abstrakcie a syntézy, **je základnou a nevyhnutnou súčasťou celého jeho procesu**. Vytvorenie pojmu alebo sémantizácia slova je výsledkom zložitej aktívnej činnosti (operovania so znakom alebo slovom), ktorej sa zúčastňujú všetky základné intelektuálne operácie v špecifickej kombinácii“. (str. 128)

„...vytváranie vedeckých pojmov, rovnako ako spontánnych nekončí, ale **práve začína v momente, keď si žiak po prvýkrát preň osvojuje význam alebo termín**, ktorý je nositeľom vedeckého pojmu“. (str. 179)

„Proces utvárania pojmov nie je redukovateľný na asociácie, pozornosť, úsudok, determinujúce tendencie (napríklad vedomie cieľa), aj keď sú tieto funkcie nutnými súčasťami zložitej syntézy, akou je utváranie pojmov. Ako ukazujú výskumy, ústrednú úlohu v tomto procese má **použitie znaku alebo slova ako prostriedku, pomocou ktorého ovláda žiak všetky špecifické operácie, ako aj ich priebeh, pričom zameriava ich činnosť na riešenie vytýčenej úlohy**.“

„Všetky obvykle vymenované psychologické funkcie sú súčasťou procesu tvorenia pojmu ako procesy sprostredkované **znakom alebo slovom, ako procesy zamerané na riešenie určitej úlohy a tým spojené v novej kombinácii** (v novej syntéze), v ktorej každý z týchto procesov zastáva **špeciálnu úlohu**.“

„Pojem existuje v spojení so slovami, teda pojmové myslenie nemôže existovať mimo slovného myslenia. Teda **špecifické používanie slova (znaku) je produktívnou príčinou a jedným z prostriedkov utvárania pojmu**.“ (str. 129)

„Pojem v intelektu žiaka vzniká vtedy, keď sa skupina abstrahovaných znakov znova syntetizuje a keď takto vytvorená abstraktná syntéza sa stáva základnou formou myslenia.“ (str. 159)

Skúmame teraz vzájomný vzťah vedeckých a spontánnych pojmov pri učení:

„Vývoj vedeckých pojmov prebieha v podmienkach vzdelávacieho procesu, ktorého špecifickou formou je spolupráca pedagóga a žiaka. Ide o takú spoluprácu, pri ktorej dozrievajú vyššie psychické funkcie za pomoci účasti učiteľa“. (str. 169)

„To nás vedie k teoretickej hypotéze o trochu zvláštnom vývoji vedeckých pojmov. Tento vývoj je podmienený tým, že ako určujúci, opakujúci sa moment pri jeho vstupe sa prejavuje ako prvotné **verbálne učenie**, ktoré v podmienkach organizovaného systému zostupuje ku konkrétnemu, t.j. k javu, zatiaľ čo tendencie vývoja spontánnych pojmov prebieha mimo určený systém – ide nahor k zovšeobecneniu“. (str. 168-169)

„Slabosť bežných (spontánnych) pojmov sa prejavuje, podľa údajov nášho výskumu, neschopnosťou abstrakcie a ľubovoľného operovania s nimi. Slabosť vedeckého pojmu je jeho **verbalizmus**, prejavujúci sa ako základné **nebezpečenie** pri jeho vývoji, ako nedostatočná nasýtenosť konkrétnym. Jeho silnou stránkou je schopnosť ľubovoľného použitia, t.j. pripravenosť k akcii“. (str. 169)

„Tento proces vývoja pojmu alebo významu slov vyžaduje celý rad psychických funkcií, ako sú zámerná pozornosť, logická pamäť, abstrakcia, porovnávanie, rozlišovanie, no všetky tieto zložitejšie procesy nemôžu byť obsiahnuté iba v pamäti.“ (str. 170)

„...žiak si neosvojuje vedecké pojmy, neučí sa ich, nezmocňuje sa ich pamäťou, ale tieto pojmy **vznikajú a vytvárajú sa na základe najvyššieho úsilia všetkej aktivity vlastného myslenia**.“ (str. 177)

„Vývoj spontánnych a vedeckých pojmov sú navzájom tesne súvisiace procesy, ktoré sa neustále navzájom ovplyvňujú. Vývoj vedeckých pojmov sa neustále musí opierať o určitú úroveň dozrievania spontánnych pojmov, už len preto, že bezprostredná skúsenosť nás učí, že vývoj vedeckých pojmov je možný iba vtedy, keď spontánne pojmy dieťaťa (žiaka) dosiahli určitú úroveň abstrakcie. Na druhej strane musíme predpokladať, že vznik pojmov vyššieho typu, ako sú vedecké, nemôže zostať bez vplyvu na úroveň skôr vzniknutých pojmov z toho

jednoduchého dôvodu, že oba druhy pojmov neustále na seba vzájomne pôsobia. to musí viesť k tomu, že štruktúrne vyššie zovšeobecnenie, ktorým sa vyznačujú všetky vedecké pojmy, vyvoláva zmeny v štruktúrach spontánnych pojmov. Vývoj vedeckých a spontánnych pojmov prebieha za rôznych vnútorných aj vonkajších podmienok, no zároveň ostáva vo svojej podstate jednotný.“ (str. 177).

Vieme, že metódy a prostriedky výchovno-vzdelávacieho procesu, ako spoločensko-účelovej organizácie, je zostavený na základe požiadaviek jednoty vzdelávania, výchovy a kultúry, tak, aby sa rešpektovalo vedúce postavenie ľudského rozumu v súlade s rozumovým chápaním sveta a tvorivé postavenie človeka.

Vzhľadom na tieto požiadavky sa sústreďuje vyučovanie na vytvorenie podmienok utvárania vedeckých pojmov v intelektu žiaka. V súvislosti s práve vyslovenou požiadavkou uvedieme niekoľko úvah:

Z filozofického hľadiska existujú etapy vývoja pojmu, v ktorých sa prejavujú rôzne aspekty (hľadiská, pojatia, zorné uhly) zodpovedajúce úrovni ľudského myslenia. V priebehu vývoja pojmu sa menia atribúty pojmu (t.j. jeho základné dominantné vlastnosti). Každému atribútu pojmu zodpovedá model, v ktorom pojem „účinkuje“.

Vedecký pojem je teoretický konštrukt, ktorý existuje jedine v celom systéme príslušnej teórie a jeho aspekty zodpovedajú súčasnému stavu vedeckého poznania (myslenia). V tomto systéme existuje jeho univerzálny model. Modely (obyčajne sa líšia konštrukciou aj prvkami, z ktorých pozostávajú) zodpovedajúce jednotlivým etapám vývoja sú špeciálnymi prípadmi univerzálneho modelu.

V súvislosti so špeciálnymi modelmi sa formuluje aj **význam pojmu**, ktorý je obyčajne reprezentovaný definíciou. Treba si uvedomiť, že pojem, ako ideálny konštrukt má v danom vedeckom systéme svoj pevne (a jednoznačne) určený význam. Význam je určený v súvislosti s univerzálnym modelom a tým implicitne obsahuje všetky aspekty historického vývoja konkrétneho pojmu.

V procese práce s pojmom sa vynárajú určité špecifické situácie, ktoré vyžadujú aplikácie niektorých špecifických vlastností (charakteristík), ktoré sa v histórii vývinu pojmu utvorili. Teda v procese práce s pojmom, ak keď existuje jeho univerzálny model a nie s ním spojený význam, používame niektoré jeho čiastkové modely.

Vo vedeckej práci môže nastať aj situácia, v ktorej použijeme existujúce základné charakteristiky pojmu z nového aspektu. V tom prípade vystupujeme z hranice univerzálneho modelu a nastáva etapa obohacovania významu pojmu. V procese práce s pojmom sa prejavuje dynamika, ktorú zapríčiňuje dialektika známeho a neznámeho v procese poznávania. Obohatenie významu pojmu je často spojené so zmenou metód aj prostriedkov práce.

V procese práce s pojmom sa prejavuje dialektika poznateľného a neznámeho, ktorá vytvára dynamiku pojmu – nazvime ju **zmysel pojmu**.

Zmysel vedeckého pojmu je daný spôsobom jeho používania v procese získavania nových poznatkov, v procese jeho aplikácií, ako aj v procese jeho každodenného rutinného používania.

Zmysel je dynamický, v čase neohraničený fenomén, ktorý má vplyv na zmenu základných charakteristík pojmu, súvisiacich s jeho univerzálnym modelom, t.j. významom. Význam zodpovedá súčasnému stavu poznania (vedeckého vedomia). Zmysel zodpovedá súčasným metódam a prostriedkom práce s ním (prostriedkami sa myslia aj štruktúry myslenia). Z hľadiska ľudského poznania je zmysel pojmu vždy bohatší než jeho význam.

Význam obsahuje minulé a súčasné,

Zmysel obsahuje minulé, súčasné aj budúce.

Poznámka:

Termín „spontánny pojem“ budeme používať pre pojem, ktorý sa tvorí v procese praktickej činnosti v bezprostrednom styku s ľuďmi (t.j. pojem označený slovom hovorového jazyka) a termín „vedecký pojem“ pre pojem, ktorý sa utvára v procese vyučovania.

2. Analýza štruktúry pojmov tematického celku (Hľadanie odpovedí na otázku „Čo učím?“)

Výrazové prostriedky

U pojmu budeme rozoznávať:

názov – je to slovo

symbol (symbolický zápis) – je to obrázok

význam – je to informácia o vybraných charakteristikách pojmu

zmysel – sú to vlastnosti, vzťahy charakteristických znakov v systéme používania pojmov

reprezentácia – je to systém prostriedkov, pomocou ktorých žiak získava skúsenosti a poznatky o pojme

Názov a symbol pojmu sa zavádza:

názornou definíciou – ukáže sa na objekt pojmu, prípadne na jeho znázornenie: Toto nazývame... , Toto je ...

nominálnou definíciou – napríklad: hrušku, jablko, čerešňu nazývame spoločným menom ovocie

Význam sa zavádza:

názornou definíciou – ukáže sa vlastnosť, vzťah: pozri, ruža má ..., keď odmeriaš, zistiš...

popisom – napríklad: Keď zohrejeme vodu na 100 °C, dostaneme paru.
Keď odpočítame väčšie číslo od menšieho, dostaneme záporné číslo.

logickou definíciou – (objekt, ktorý definujeme) **je** (to pomocou čoho definujeme), napríklad: Láska **je** vôľa podstupiť námahu pre zdokonalenie svojho blížneho.

O **význame** budeme hovoriť vždy vo vzťahu k definícii; o **zmysle** vo vzťahu k učebným situáciám. Budeme diferencovať definovanie názvu od definovania významu. (Často je to možné iba sledovaním kontextu).

Zmysel

Zmysel sa utvára prostredníctvom metód a prostriedkov umožňujúcich žiakovi získať rad podnetov, ktoré mu sprostredkujú skúsenosti a poznávanie.

Podľa druhu prostriedkov, pomocou ktorých žiak získava skúsenosti a poznatky o pojme, hovoríme o:

činnosťno-obrazovej reprezentácii pojmu – pozorovanie obrázkov, tvorenie obrázkov, manipulácia s modelom, pozorovanie samotného objektu (napríklad chrústa), konštrukcia kružnice pomocou povrázka, apod.

slovno-symbolickej reprezentácii pojmu – poznatky sprostredkované textom obsahujúcim vedecké termíny.

Poznámka: Tematickým celkom sa rozumie všetko to, z čoho čerpá učiteľ pri príprave na vyučovanie.

Ukážka analýzy tematického celku z osnov strednej školy

Ako vidíme, štruktúra pozostáva z dvoch modelov kvadratickej rovnice: algebrického (A) a geometrického (G). V geometrickom sa nachádzajú dve alternatívy kritérií na posúdenie počtu koreňov (I a II).

Algebrický model vychádza z existencie polynómu 2. stupňa a jeho rozkladu. Kvadratická rovnica je výraz, ktorého hodnota je 0. Počet koreňov kvadratickej rovnice je závislý na existencii hodnoty neznámej x , pre ktorú sa výraz rovná 0. Pri hľadaní koreňov rovnice sa používa veta $a \cdot b = 0 \Leftrightarrow$ keď $a = 0$ alebo $b = 0$, pričom sa vyslovia požiadavky, ktoré umožnia rozklad trojčlena.

Geometrický model vychádza z existencie paraboly $v(O, x, y)$, posunutia, ktoré je zhodným zobrazením a jej priesečníka s osou x . Počet koreňov je závislý od vzájomnej polohy paraboly a osi x (I) alebo od vzájomnej polohy paraboly a priamky (II). Algebrický a dva geometrické modely vytvárajú kontext pre argumentáciu kauzálnych vzťahov. Napríklad na otázku: „Prečo má kvadratická rovnica najviac dva korene?“, možno odpovedať:

1. Pri použití vety o nulovej hodnote súčinu dvoch výrazov môžeme po úprave trojčlena uvažovať iba o najviac dvoch výrazoch – (A).
2. Parabola môže mať s číselnou osou x najviac dva spoločné body (G1).
3. Priamka môže mať s parabolou najviac dva spoločné body (G2).

Štruktúra pojmov je zvolená tak, aby umožnila pracovať heuristickou metódou, t. j. poskytovala „veľa materiálu“ na diskusie, pri ktorých sa budú objavovať vzťahy a vlastnosti nových pojmov.

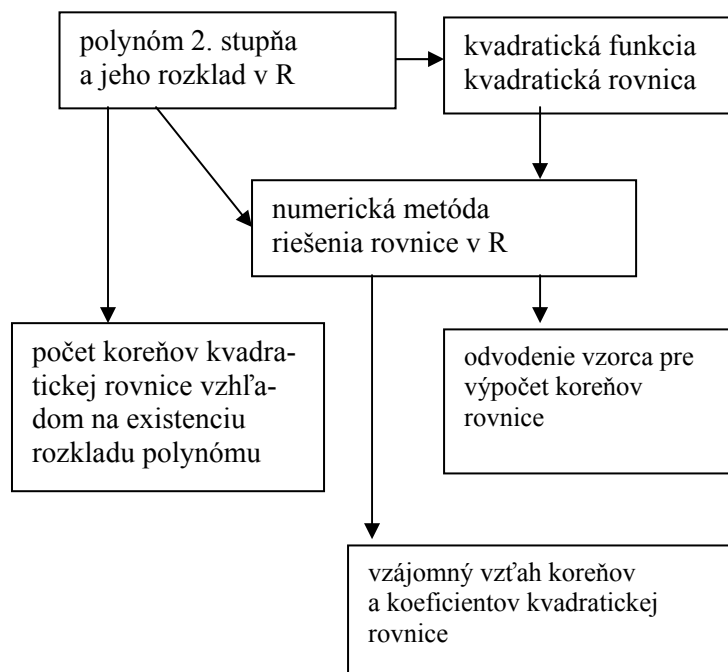
Do učebných situácií možno zahrnúť aj diskusiu pri sprostredkovaní nového učiva (napríklad: spoločne so žiakmi možno odvodiť vzorec a diskutovať o jeho použiteľnosti). Keď sa pozorne pozrieme na štruktúru pojmov, vidíme, že vysvetlenie (výklad novej látky) stačí použiť iba pri zavedení nových termínov. Všetko ostatné môžu žiaci, pomocou šikovne zvolených návodov a otázok, objaviť samostatne. Môže sa použiť zaužívaná metóda: nové poznatky – riešenie vzorového príkladu nahradiť metódou nové poznatky – diskusia – riešenie úloh. Takto zvolená diskusia umožňuje učiteľovi posúdiť stupeň porozumenia významu nového pojmu, ale aj posúdenia efektívnosti (účinnosti) prípravy, t. j. posúdenie primeranosti, účinnosti otázok, ktoré si pre diskusiu učiteľ pripravil. V tomto prípade ide o učebnú situáciu, ktorá sa málo používa v praxi je však efektívna, lebo pomocou šikovných, cieľavedome zostavených otázok, sa možno ihneď dozvedieť, či si význam pojmu žiak správne utvára (alebo či sa nejedná iba o verbalizmus). Netreba čakať až na situáciu, keď žiak nevie vyriešiť úlohu a až potom hľadať príčinu jeho neschopnosti.

Napríklad diskusia vyprovokovaná otázkami:

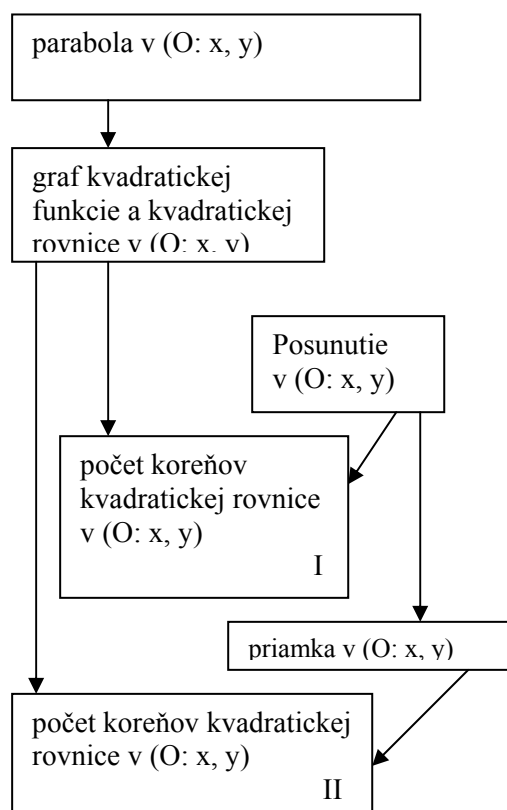
1. Prečo práve priesečníky paraboly s osou x || y sú vhodné na to, aby boli znázornením koreňov kvadratickej rovnice? S odpoveďou čakáme aj argumentáciu.
2. Mohli by byť priesečníky paraboly s osou x modelom koreňov kvadratickej rovnice, ak by bola jej os x || y ?
3. Aký je vzťah medzi možnosťou (prípadne nemožnosťou) rozložiť kvadratický trojčlen a počtom priesečníkov paraboly s osou x ?

Kvadratická rovnica

A – algebrický model



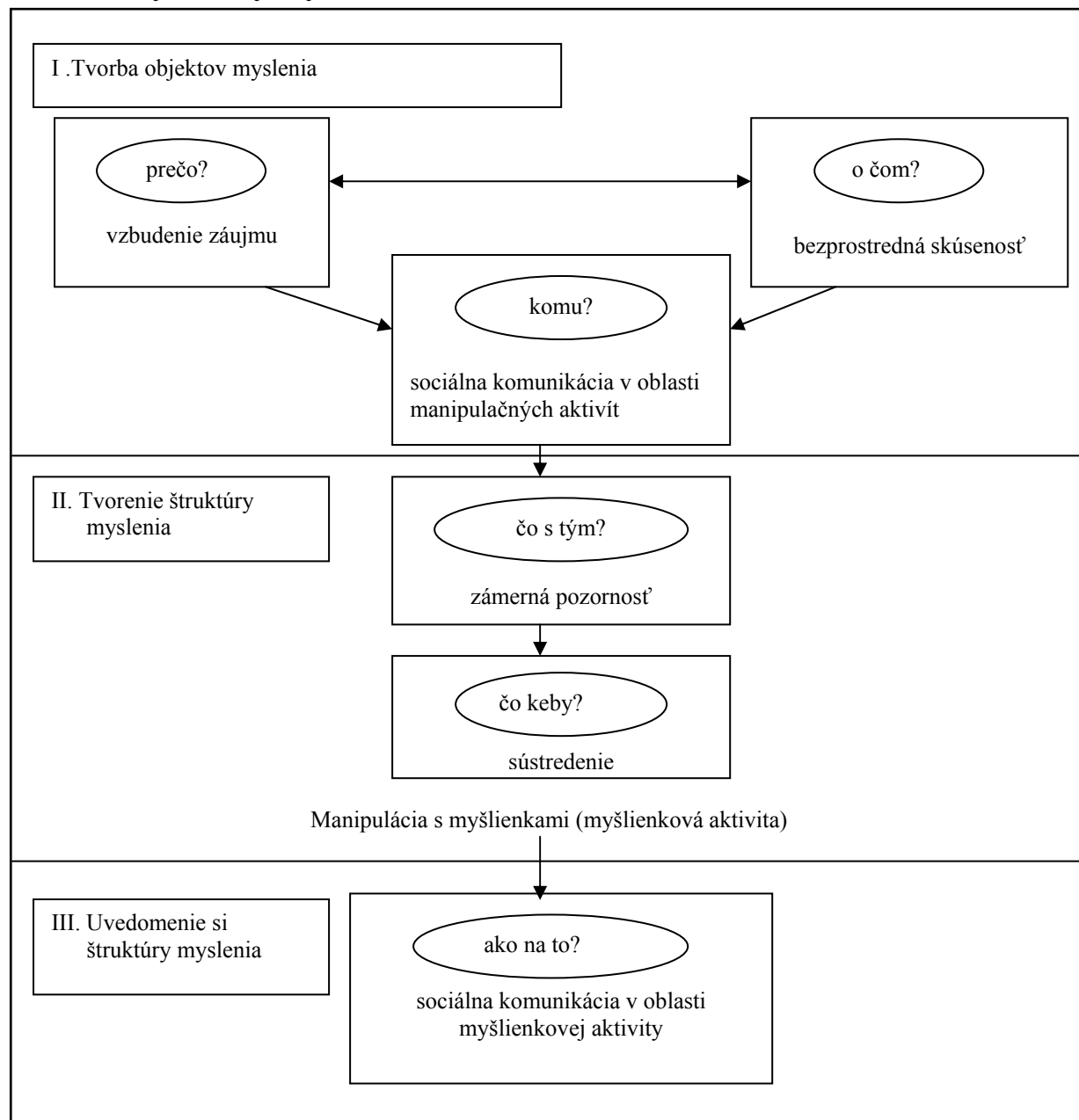
G – geometrický model



3. Rešpektovanie súvislostí medzi metódami sprostredkovania učiva a hodnotením jeho zvládnutia (Ako učím a ako hodnotím prácu žiakov?)

Hlavný cieľom intelektuálnej výchovy je naučiť žiakov myslieť. Podľa L. S. Vygotského pojem sa v intelektu žiaka utvára (interiorizuje) v procese myslenia. Vyučovanie treba organizovať tak, aby zámerne podnietilo zmysluplné utváranie myšlienok a myšlienkových štruktúr, ktoré umožnia uvedomiť si štruktúry myslenia. Tento zložitý a dosť málo poznaný proces si môžeme zjednodušiť nasledujúcou schémou:

Podmienky tvorby myšlienok



Ako vidíme, štruktúra pozostáva z troch etáp, ktoré sú síce teoreticky diferencované, no v skutočnom myslení žiaka sú ich hranice difúzne. Pri príprave učeníých situácií ich však treba rešpektovať.

Treba si uvedomiť, že ide o štruktúru, v ktorej je dôležitý každý prvok. Štruktúra sa stáva celkom novým objektom iba v aktívnej atmosfére spolupôsobenia učiteľa a žiaka. Túto skutočnosť nemožno objektivizovať, má individuálny a neopakovateľný charakter.

Existuje však určitý objektívny základ, ktorý možno organizovať s cieľom vyprovokovať určitý druh myslenia, vhodný na osvojenie určitého druhu učebnej látky. V súvislosti s tým môžeme hovoriť o voľbe vyučovacích metód.

V prípade, že v rámci učebných situácií chceme

- utvárať potrebné návyky, zručnosti a rozširovať pamäť, zvolíme metódu vyučovania, ktorá umožňuje žiakovi jednoznačne, v rámci presne vymedzenej činnosti, postupovať k cieľu;
- využívať a uprednostňovať obrazotvornosť, nápaditosť, fantáziu a tvorivosť žiakov, volíme takú metódu vyučovania, ktorá umožňuje prostredníctvom rôznych modelov pojmov postupovať k cieľu (vyriešeniu úlohy) rôznymi cestami.

Obe tieto požiadavky môžeme splniť voľbou dvoch výrazne odlišných metód vyučovania:

- algoritmické metódy
- nealgoritmické metódy

Charakteristickou črtou algoritmických metód je, že inštrukcie, ktoré sú súčasťou návodov konania, plne a presne podmieniajú myšlienkový proces, presne a jednoznačne predpisujú riešiteľovi, ako má v určitých situáciách konať. Inštrukcie pre postup nenechávajú riešiteľa na pochybnostiach o charaktere a slede ich plnení. Aby vyriešil úlohu, musí iba presne splniť to, čo predpisuje návod. Algoritmická metóda obyčajne obsahuje organizované cvičenie podľa zásady od jednoduchšieho k zložitejšiemu. Pri práci s touto metódou sa nepočíta s tvorivosťou a invenciou žiaka (v niektorých pedagogických publikáciách sa v týchto situáciách hovorí o konvergentných úlohách alebo o konvergentných učebných situáciách).

Charakteristickou črtou nealgoritmických metód je, že necháva riešiteľovi voľnosť pri výbere postupu, počíta s tvorivosťou a invenciou žiaka. Pokyny, ktoré žiak dostáva, majú určitú (vopred plánovanú) dávku neurčitosti. (V pedagogickej literatúre sa často táto metóda uvádza termínom divergentné úlohy). Nealgoritmická metóda spravidla obsahuje heuristické (objavovateľské) rozhovory s triedou, skupinovú prácu žiakov, konzultáciu žiakov v priebehu ich samostatného riešenia problémov.

Práve spomenutými metódami sa podrobne zaoberajú publikácie:

Talyninova, N. F.: Teoretické problémy programového učení, Praha SPN 1971

Landa, Z. N.: Algoritmy a učení, Praha, SPN, 1973

Gagné, R. M.: Podmínky učení, Praha, SPN, 1975

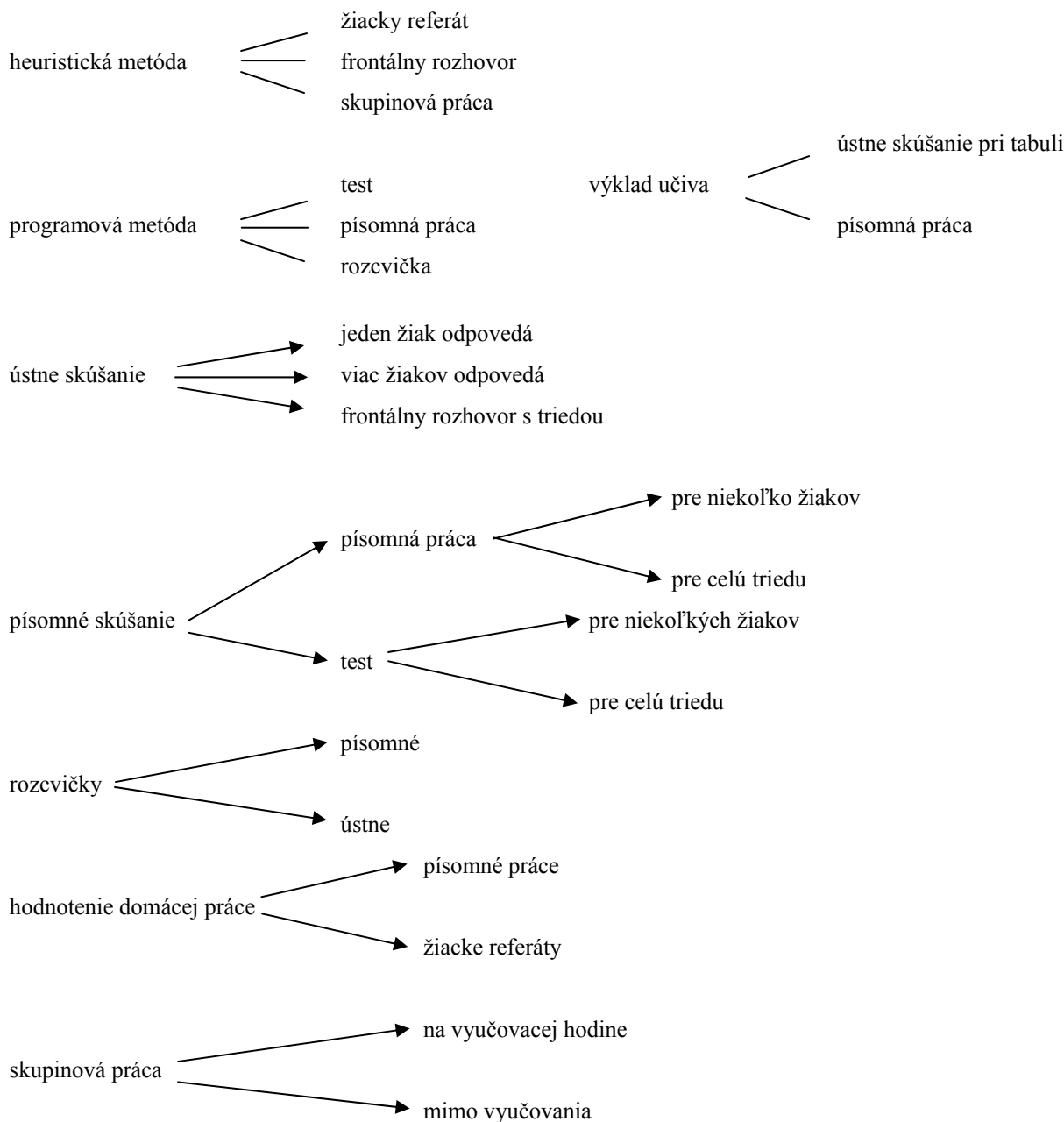
Pre potreby práce v rámci tematického celku budeme zaraďovať medzi metódy nealgoritmického charakteru heuristickú (objavovateľskú) metódu a v súvislosti s algoritmickými metódami budeme hovoriť o programovej metóde.

Tieto dve metódy doplníme klasickou metódou výkladu učiva (vysvetlenie učiva).

Jednotlivým metódam, vzhľadom na charakter spolupôsobenia učiteľa a žiakov môžeme priradiť štruktúry pedagogickej komunikácie (pozri odsek 4):

- programová metóda – konzultácia, žiak sa pýta
- heuristická metóda – spolupráca, konzultácia, žiak sa pýta
- vysvetlenie učiva – výklad, žiak sa pýta

Metódam sprostredkovania učiva môžeme priradiť formy hodnotenia takto:



Poznámka: Slovom „test“ je označená práca podľa vypracovanej predlohy obsahujúca alternatívy pre odpovede, dopĺňovanie grafov, pripravených obrázkov, usporadúvanie vyznačených symbolov, slov, apod.

4. Verbálna komunikácia na vyučovacích hodinách (Hľadanie odpovedí na otázku: „Ako učím?“)

Vzhľadom na citácie na začiatku textu, hlavným prostriedkom utvárania významu pojmu v intelektu žiaka je verbálna komunikácia žiak – učiteľ, žiak – žiak. Táto sa, však, môže vhodne dopĺňať prácou s počítačom.

Uvedieme štyri výrazne rôzne spôsoby verbálnej komunikácie, ktoré sa vyskytujú v učiteľskej praxi. Zviditeľňujeme ich prostredníctvom schém, v ktorých sú vyznačené objekty: učiteľ (U), žiak (Ž) a obsah učiva (O). Tieto sú pospájané komunikačnými cestami C, ktoré charakterizujú jednotlivé etapy.

Výklad učiva

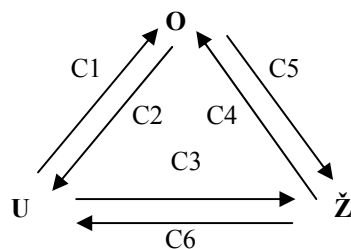
C1 , C2 ... učiteľ sa oboznámi s učivom a pripraví sa na jeho sprostredkovanie

C3 ... učiteľ upriami pozornosť žiakov na obsah učiva

C4 ... žiak sústreďuje pozornosť na obsah učiva

C5 ... žiak spracúva poznatky v obsahu učiva

C6 ... žiak podáva informácie učiteľovi o obsahu učiva



Situáciu pri výklade učiva možno charakterizovať aj vetou : „Pozrite, je to takto.“

Schéma zodpovedá situácii vo vyučovaní, keď učiteľ vysvetľuje nové učivo, rieši vzorový príklad, robí rozbor školských a domácich úloh, alebo systematizuje poznatky. Komunikačné cesty C1 a C2 patria do prípravy učiteľa na vyučovanie. Cesty C3 a C4 prebiehajú na vyučovacej hodine. Cesty C5 a C6 sa uskutočnia buď na vyučovacej hodine alebo patria do domácej prípravy žiaka. Cesta C6 znamená odpovede žiakov posudzované buď z hľadiska účinnosti výkladu alebo z hľadiska hodnotenia žiaka.

Spolupráca

C1 a C2 ... učiteľ aj žiaci pozorujú obsah učiva

C3 a C4 ... získavajú o ňom informácie a spracúvajú ich

C5 a C6 ... vymenia si navzájom svoje poznatky

Situáciu možno charakterizovať otázkou: „Ako na to?“

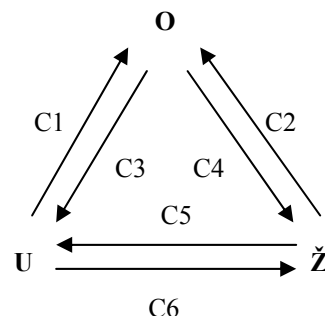


Schéma zodpovedá situácii vo vyučovaní, keď si učiteľ zoberie žiaka (žiakov)

za spolupracovníka (spolubesedníka). Všetky komunikačné cesty prebiehajú na vyučovacej hodine. Pri príprave na túto formu komunikácie musí učiteľ počítať s alternatívnymi (nie presne očakávanými) reakciami žiakov.

Konzultácia

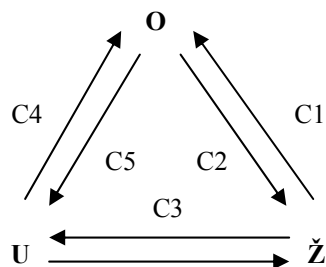
C1 ... žiak pozoruje obsah učiva

C2 ... žiada o ňom získava informácie a spracúva ich

C3 ... žiak dá otázku učiteľovi

C4 a C5 ... učiteľ konfrontuje svoje poznatky s otázkou žiaka

C6 ... učiteľ odpovedá žiakovi



Situáciu možno charakterizovať otázkou: „Pomôžete mi?“, „Postupoval som správne?“

Schéma zodpovedá situácii, keď učiteľ nechá žiakov samostatne pracovať v niektorej učebnej situácii. Potom v prípade, že žiak nevie postupovať, mu pomáha alebo v prípade, že úlohu vyrieši správne, prediskutuje s ním celý postup riešenia.

Žiak sa pýta:

C1 ... žiak pozoruje obsah učiva

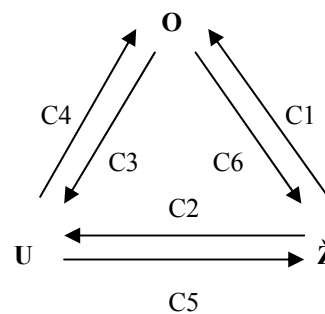
C2 ... žiada o ňom informáciu od učiteľa

C3 ... učiteľ na základe otázky žiaka pozoruje obsah učiva

C4 ... učiteľ spracúva poznatky o obsahu učiva, na ktorý bol žiak upozornený

C5 ... informuje žiaka (odpovedá žiakovi)

C6 ... žiak na základe odpovede učiteľa spracúva poznatky o učive



Situáciu možno charakterizovať otázkou: „Prečo je to tak (také)?“, „Čo keby to bolo aj takto?“

Schéma zodpovedá situácii vo vyučovaní, keď niečo vyprovokuje žiaka k otázke. Táto schéma môže byť mimovoľná, učiteľ ju neplánoval alebo učiteľom naplánovaná šikovnou voľbou učebnej situácie.

Omyl, chyba a hodnotenie práce žiaka

Pri objavovaní (heuristická metóda) je omyl (chyba) súčasťou myslenia a umožňuje nájsť riešenie. Žiak je pri objavovaní sústredený na hľadanie cesty, prostriedkov riešenia. Chyba varuje, že cesta nie je správna, alebo, že treba niečo vedieť, čo som zabudol. Žiak musí byť sústredený na rozpoznanie chyby, ktorú urobil a na „vyvodenie dôsledkov“ z vlastnej iniciatívy.

Pri práci podľa návodu (programová metóda), ktorý má žiak ovládať, omyl (chyba) znemožní napredovanie (lebo niet inej cesty), preto je trestuhodná. V tomto prípade sa žiak musí sústrediť na to, aby neurobil chybu.

Tieto dva rôzne postoje k chybe treba rešpektovať pri práci heuristickou alebo programovou metódou. Treba ich, však, rešpektovať aj pri hodnotení práce a vedomostí žiakov. Preto nie je, napríklad, vhodné hodnotiť vedomosti žiaka získané v priebehu heuristického rozhovoru testom, ale zvolíme si, napríklad, samostatnú prácu, ktorej riešenie budeme so žiakom konzultovať.

5. Didaktická komunikácia ako prostriedok vytvorenia atmosféry priaznivej rozvoju žiaka „Čo svojou činnosťou spôsobujem?“

Vyjdeme z modelu výchovno-vzdelávacieho procesu v podmienkach triedno-hodinového vyučovania. Model sme zostavili na základe týchto požiadaviek:

1. Konštruovať systém, v ktorom sa zvýrazní atmosféra vyučovania ako determinant účinnosti učenia.
2. Prvky systému a ich vzťahy zvoliť tak, aby sa mohol sledovať determinatívny charakter atmosféry vyučovania.
3. Diferencovať jeho dva podsystemy. Prvý z nich je konštruovaný z teoretických poznatkov teórie vyučovania a ich vzťahov, nazveme ho objektívna zložka. Druhý je zostavený z pojmov, ktorých význam nemôžeme presne vymedziť, lebo obsahujú neobjektívizovateľné zložky osobnosti učiteľa, individuality žiakov, ako aj kolektívu triedy, nazveme ho subjektívnou zložkou. (V tomto príspevku vzhľadom na účel informácií nebudeme túto oblasť precizovať pomocou psychologických pojmov).

Treba si uvedomiť, že atmosféra vyučovania je pojem, ktorý možno vymedziť iba čiastočne. Ide o psychologický, a nie pedagogický pojem, lebo patrí do oblasti citovej interakcie učiteľa a žiakov, je individuálneho a neopakovateľného charakteru. Atmosféra vyučovania nepatrí medzi zložky výchovno-vzdelávacieho procesu, ktoré možno riadiť. Jej charakter je priamo závislý na osobnosti učiteľa, kde dominujú najmä jeho humánne postoje, ako je napríklad empatia a pedagogické intuície, ktoré umožňujú modifikovať učivo. Význam atmosféry vyučovania možno však čiastočne vymedziť prostredníctvom určitého zvoleného systému pojmov, ktorý umožní „zviditeľniť“ niektoré atribúty jej štruktúry, a tým nájsť účinné prostriedky na vytváranie nevyhnutných predpokladov pre vytvorenie atmosféry vyučovania priaznivej rozvoju osobnosti žiaka.

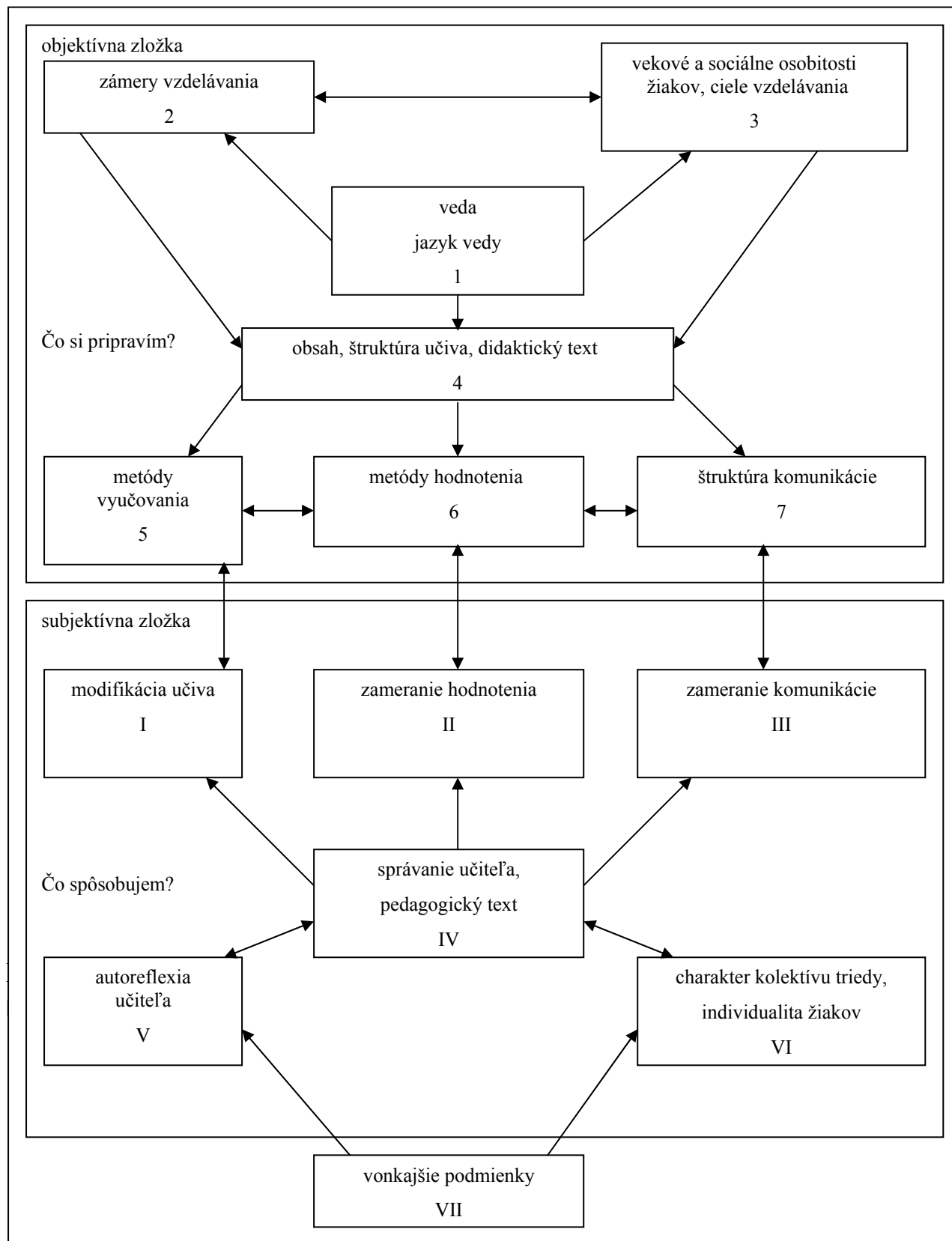
Teraz opíšeme jednotlivé prvky a vzťahy systému zviditeľneného schémou na nasledujúcej strane.

Rozoberieme teraz jednotlivé prvky a vzťahy štruktúry modelu (v schéme ide o označenie okienok číslami 1-7, I-VII).

Štruktúra je konštruovaná z pojmov, ktorých význam je vymedzený v pedagogike. Význam týchto pojmov znova neuvádzame (ako je napríklad pojem: vekové osobitosti žiakov). Sústredíme sa iba na pojmy, ktorým význam dopĺňame za účelom ich diferencovania. Diferenciácia je potrebná z hľadiska cieľa (t.j. utvorenie atmosféry priaznivej rozvoju), ktorý sledujeme.

V modeli diferencujeme tieto prvky (pojmy):

1. **didaktický text** (4): normatív, ktorý zohľadňuje pedagogické zásady pri transformácii vedeckých poznatkov do učiva, **pedagogický text** (IV): vzniká v rámci verbálnej pedagogickej komunikácie (hovorová aj písomná forma), t.j. jeho stvárnenie je závislé na osobnosti učiteľa a charakteristike triedy (okrem iného),
2. **štruktúra komunikácie** (7): teoretický konštrukt abstrahovaný z pedagogickej praxe (pozri odsek 4), **zameranie komunikácie** (III): verbálna aj neverbálna komunikácia žiakov a učiteľa,
3. **metódy hodnotenia** (5): pedagogické pojmy (pozri odsek 3) **zameranie hodnotenia** (II): pôsobenie učiteľa na žiakov v rámci ich hodnotenia,
4. **metódy vyučovania** (5): pedagogické pojmy (pozri odsek 2), **modifikácia učiva** (I): schopnosť učiteľa meniť stratégiu pôsobenia na žiakov pri predpokladaných aj spontánne vzniknutých situáciách v triede.



Objektívna zložka (t. j. teória). Prvky 1-3 determinujú obsah, konštrukciu učiva a charakter didaktického textu učebníc. Metódy vyučovania a hodnotenia, ale aj štruktúra komunikácie sú závislé od obsahu a štruktúry učiva. Výber metód vyučovania je závislý na štruktúre učiva a metódy hodnotenia na obsahu učiva, štruktúre komunikácie a metódach vyučovania. Teda metódy vyučovania, štruktúra komunikácie a metódy hodnotenia tvoria jeden celok, ktorého pôsobnosť je určená práve charakterom väzieb medzi nimi.

Subjektívna zložka (môžeme ju označiť, v zúženom význame, aj ako pedagogickú prax) je charakterizovaná osobnosťou učiteľa, individualitou žiakov, ako aj celého žiackeho kolektívu. Tieto dve zložky spolu s vonkajšími podmienkami determinujú správanie učiteľa a charakter pedagogického textu, čo súvisí so schopnosťou učiteľa modifikovať učivo.

Sústredíme sa teraz na problematiku vytvárania nevyhnutných predpokladov vytvorenia atmosféry vyučovania priaznivej rozvoju žiaka.

Ako vidíme, existujú teoretické poznatky, ktorých rešpektovanie môže ovplyvňovať utváranie atmosféry vyučovania. Dôležitú úlohu pre naše skúmanie majú väzby objektívnej a subjektívnej zložky, ktoré sa utvárajú práve v rámci pedagogickej komunikácie.

Objektívnu zložku možno (ako vieme) tiež charakterizovať ako teoretický predpoklad účinnosti vyučovania, ktorý sa dá sledovať v projektovej časti výchovno-vzdelávacieho procesu. Subjektívnu zložku možno charakterizovať ako predpoklad učenia, ktorý možno sledovať iba v procese interakcie učiteľa a žiakov. Z hľadiska rešpektovania objektívnej zložky, ako aj existencie pedagogického talentu (kde dominujú najmä pedagogické invencie), môžu nastať napríklad tieto prípady:

1. Učiteľ bez uvedomelého rešpektovania teoretických poznatkov z pedagogiky a psychológie, iba na základe svojej odbornej erudície a osobnosti vytvára priaznivú atmosféru vyučovania.
2. Učiteľ rešpektuje teoretické poznatky, je odborne na výške, no nevytvára atmosféru vyučovania priaznivú pre rozvoj osobnosti žiaka.
3. Učiteľ rešpektuje teóriu a vytvára priaznivú atmosféru vyučovania.

V prvom prípade ide o spontánny pedagogický talent, ktorého existenciu nemožno zaznávať. V treťom prípade ide buď o pedagogický talent, ktorý navyše svoje počínanie vie odôvodniť prostredníctvom teórie, alebo ide o učiteľa, ktorý „na seba cieľavedome zapracoval“.

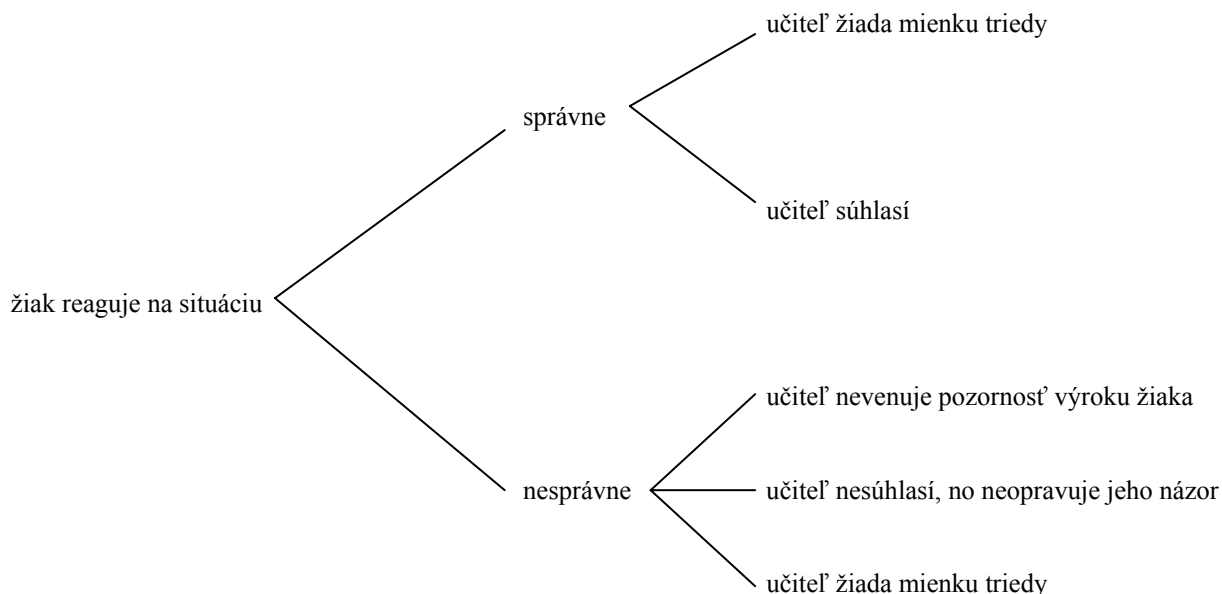
Pre naše ďalšie skúmanie dôležitý práve prípad druhý. Ak vylúčime absenciu dôležitých vlastností, potrebných na účinné pedagogické pôsobenie, tak treba nájsť prostriedky a metódu, ako v tomto prípade pomôcť učiteľovi vytvoriť atmosféru vyučovania priaznivú rozvoju osobnosti žiaka.

Vyslovujeme nasledovnú hypotézu: Jednou z príčin môže byť neschopnosť správnej transformácie didaktického textu do textu pedagogického, ktorá je ovplyvnená (v praxi zaužívanými) vzormi správania, zamedzujúcimi vytvorenie a rozvoj atmosféry priaznivej rozvoju žiaka. V tomto prípade treba učiteľovi poskytnúť vzory správania, ktorých rešpektovanie je potrebné na vytvorenie atmosféry priaznivej rozvoju žiaka. Ide o niečo, čo sa v našej pedagogickej literatúre dosiaľ (pokiaľ viem) nevyskytuje. V rámci tohto príspevku poskytujem ukážku jedného z možných spôsobov komunikácie učiteľa a žiakov s cieľom vytvoriť atmosféru vyučovania priaznivú riešeniu problémov (t.j. potrebné pre úspešnú heuristickú metódu).

Ak si učiteľ vybral učivo, pripravil učebné situácie, vhodné na aplikovanie heuristickej metódy, tak musí vedieť vytvoriť atmosféru, ktorá sa diametrálne odlišuje od atmosféry vyučovania v rámci klasickej vyučovacej hodiny, prípadne vyučovacej hodiny, na ktorej sa pracuje algoritmickou metódou (t.j. riešia sa konvergentné úlohy). V opačnom prípade nebude zvolená metóda účinná. Pre vytvorenie tejto atmosféry, ktorú nazveme atmosféra rozvoja činnosti, platia určité pravidlá. Stručne uvedieme:

Učiteľ po zverejnení a vysvetlení problémovej úlohy komunikuje s triedou. Žiakov nevyvoláva, títo dobrovoľne reagujú na situáciu vytvorenú zameraním úlohy alebo otázkou učiteľa. (Pri tomto druhu komunikácie žiaci pri odpovediach často nevstávajú zo stoličiek). Obsah komunikácie aj používané vyjadrenia sú zamerané na rozvoj činnosti, to znamená, že nesprávne, prípadne neúplne vyslovenému výroku, ktorý nevedie k cieľu, nie je venovaná pozornosť (pozri poznámku v odseku 4). Ide tu o odklon od pravidiel zaužívaného v praxi, že každému nesprávne výroku treba venovať pozornosť, treba ho opraviť a žiaka vyviešť z omylu. Pretože sa celá trieda venuje riešeniu problému, kde práve metóda pokusu a omylu má svoje opodstatnenie, chyba sa stáva súčasťou procesu hľadania cesty riešenia, teda nie je zavrhnuteľným faktom, ale niečím čomu sa nemôžeme vyhnúť. Dosiahnutie cieľa je záležitosťou celého kolektívu triedy, preto sa odmeňujú iba dobré a k cieľu vedúce nápady. V tejto atmosfére sa dá predpokladať, že žiak, ktorý sa pomýlil, bude mať možnosť v priebehu ďalšej činnosti celej triedy objaviť svoj omyl, prípadne naň zabudnúť. Pri takto organizovanej práci učiteľ hodnotí iba dobré výroky žiakov.

Štruktúru komunikácie znázorníme schémou:



Priblížime si slová „nevenuje pozornosť“. Znamená to, že bez toho, aby akokoľvek komentoval výrok žiaka, dá pokyn k vyslovovaniu ďalších názorov. Žiaci na základe predchádzajúceho dohovoru o spôsobe komunikácie vedia, že sa vyslovilo niečo, čo nevedie k cieľu, teda je to vlastne zbytočné. Ide o nápad, ktorý sa neosvedčil. Každý vie, že má právo vysloviť aj nápady, ktoré nevedú k cieľu. Zároveň vie, že keď sa v priebehu riešenia problému sám nepresvedčil, že jeho nápad bol naozaj neprospešný, tak má možnosť po vyriešení problému vysloviť svoje námietky buď pred celou triedou alebo len v prítomnosti učiteľa. Je dôležité, že učiteľ pri tomto druhu komunikácie nekarhá, nepozastavuje sa nad nevedomosťou žiakov, nepoukazuje na závažnosť chyby a pod. Keď reaguje, tak iba takto: „Mne sa to nezdá. Nie je to správne. Nie. Poďme ďalej“, a pod. Žiadať mienku triedy znamená vytvoriť situáciu, v ktorej môžu žiaci vysloviť svoj názor k dobrému, prípadne k zlému výroku spolužiaka. Napríklad učiteľ sa obráti na triedu s otázkou: „Čo myslíte, je to dobré? Dá sa tento názor použiť pri riešení? Má niekto iný názor?“ a pod.

Záverom chceme zdôrazniť, že rešpektovanie uvedených pravidiel je nutnou, no v žiadnom prípade nie postačujúcou podmienkou na to, aby sa vytvorila atmosféra rozvoja činnosti (t. j. vhodná na riešenie problémových úloh). Ide o prípravnú (projektovú) časť výchovno-vzdelávacieho procesu, teda o teoretickú (ideálnu) časť transformácie didaktického textu do textu pedagogického, t.j. iba jeden z pohľadov na vzťah prvkov modelu v jeho schéme označených číslami 7 a III. Realizácia uvedených pravidiel a jej úspešnosť je závislá na osobnosti učiteľa. Na jeho ochote rešpektovať osobnosť žiaka (aj malého), právo žiaka na individuálny názor. Ďalej, ako sa vie vžiť do problémov svojich žiakov pri riešení úloh, ako vie pomôcť nesmelému, ako vie na druhej strane stlmiť prejav mimoriadne ambiciózneho. No najmä v jeho schopnosti v týchto situáciách ustúpiť od zaužívaného zvyku a pripustiť, že chyba nie je poľutovaniahodný priestupok, ale organická zložka riešenia problémov (lebo úplne iná situácia nastáva pri vysvetľovaní nového učiva, kde chyba žiaka poukazuje na určitú deformáciu vnímania poskytovaných informácií). Teda teoretická príprava môže spolupôsobením postojov a dispozícií učiteľa meniť text učebníc v živý pedagogický text spoluxistencie učiteľa a žiakov – v atmosfére rozvoja činnosti.

Fyzikálne miskoncepce – Physics Misconceptions

Pavol Tarábek, Didaktis, didaktis@t-zones.sk

Kľúčové slová: miskoncepce, fyzikálna miskoncepce, aristotelovská miskoncepce, pojmová miskoncepce, učebnicová miskoncepce

Key words: preconception, misconception, physics misconception, Aristotelian misconception, conceptual misconception, textbook misconception

Abstrakt: Práca poukazuje na niektoré príčiny vytvárania fyzikálnych miskoncepí v poznatkoch študentov, ktoré vyplývajú z osnov a učebníc. Detailne sa zaoberá aristotelovskou miskonceptiou pohybových účinkov sily, ktorá aj na konci strednej školy výrazne prevažuje nad správnym newtonovskou koncepciou. Ďalej poukazuje na nepresné definície fyzikálnych termínov, ktoré vedú k chybám vo výpočtoch (rok, AU, svietivosť) a nakoniec sú prezentované dva príklady miskoncepí v učebniciach fyziky (atóm, stavová rovnica plynov).

Abstract: The paper shows some causes of formation of physics misconceptions in the minds of learners, which follow from curricula and textbooks. The study deals with Aristotelian misconception of force that predominates in the minds of students not only in the beginning, but at the end of high school. Then some incorrect definitions of physical terms leading to mistakes in the calculations are showed (the year, AU, luminosity). At the end some textbook misconceptions are showed (e.g. about the atom).

1. Čo sú to miskoncepce?

Prekoncepce (preconceptions) sú primárne empirické poznatky detí, žiakov a študentov získané obvykle vlastným poznávaním založeným na pozorovaní reality a zovšeobecnení pozorovaných faktov, a preto niekedy nesprávne.

Miskoncepce (misconceptions, student's frameworks) sú nesprávne a formálne poznatky žiakov, študentov a dospelých, pričom ide o chybné utvorené pojmy, mylné koncepcie zákonov a pravidiel, nesprávne vysvetľovanie faktov. Problém, na ktorý mnohí autori upozorňujú, spočíva v tom, mnohé prekoncepce a miskoncepce sú v myslení žiakov a študentov hlboko zakorenené, na vytváraní miskoncepí sa podieľa aj škola a pretrvávajú až do dospelosti [1]. Podieľajú sa na tom svojou chybovosťou učebnice (výskumy miskoncepí v učebniciach [12], nesprávne nastavené osnovy (výskumy náročnosti pojmov a poznatkov vzhľadom na kognitívnu úroveň žiaka, nutná redukcia učiva, [6]), formálne vedené vyučovanie (výskumy vplyvu metodiky vyučovania na vytváranie miskoncepí, [9, 13]), atď. Vedie to k otázke: Aký zmysel má vlastne školské vzdelávanie? Tento problém začal riešiť už Ausubel [1] a v súčasnosti sa ním dlhodobo zaoberá napr. The Meaningful Learning Research Group [10].

Konkrétne ukážky prekoncepí a miskoncepí

1. Výsledky orientačnej skúšky poslucháčov úvodného kurzu geofyziky Univerzity of Illinois uverejnené v r.1998 v časopise Americkej geofyzikálnej únie [18]:
 - 18 percent študentov tvrdilo, že Slnko obieha okolo Zeme.
 - 50 percent študentov malo názor, že zdrojom slnečného žiarenia sú chemické reakcie. Inak povedané, polovica študentov nevedela o existencii termionukleárných reakcií, a tým ani o princípe vodíkových zbraní – pol storočia od konštrukcie prvej vodíkovej bomby.
 - 83 percent poslucháčov nevedelo, že sklon zemskej osi je príčinou striedania ročných období. V tejto súvislosti sa autori štúdie odvolali na skoršiu štúdiu, podľa ktorej novoprijatí študenti Harvardskej univerzity považovali ročné obdobia za následok premenlivej vzdialenosti Slnko - Zem.
 - 55 percent bolo presvedčených, že biliardová guľa a kolkárska guľa, obe vypustené z rovnakej výšky naraz, nedopadnú na Zem naraz. Fakt, že Galileo vyriešil túto úlohu pred štyrmi storočiami a že jeho riešenie viedlo k formulácii modernej dynamiky, nebol viac než polovici skúšaných študentov známy.

2. Aristotelovská miskoncepce sily

Výsledky prieskumov vykonaných na Slovensku [20], v ktorých bol skúmaný vývoj úrovne poznatkov žiakov ZŠ a študentov SŠ vo fyzike, priniesli zistenie, že vedomosti, ktoré žiaci a študenti získavajú v škole, síce narastajú, ale rastie objem nielen správnych znalostí ale aj nesprávnych znalostí – miskoncepí

Otázkou „Ako sa prejavuje pôsobenie sily na telesá?“ bola testovaná kognitívna väzba medzi silou a pohybom telesa.

Na newtonovskej úrovni má táto väzba tvar $F \Rightarrow a$, t. j. „sila vyvoláva zmenu pohybového stavu telesa (zrýchlenie, spomalenie alebo zakrivenie dráhy)“.

Na aristotelovskej úrovni má táto väzba obvykle tvar $F \Rightarrow \text{pohyb}$, t. j. „sila spôsobuje pohyb telesa“.

Tabuľka 1: Odpovede na otázku „Ako sa prejavuje pôsobenie sily na telesá?“ [20]						
číslo stĺpca	1	2	3	4	5	6
vek respondentov	počet resp.	nulová odpoveď	nesprávna odpoveď	odpoveď „deformáciou“	odpoveď na úrovni aristotelovskej	odpoveď na úrovni newtonovskej
žiaci 6. ročníka ZŠ	370	16,0 %	35,1 %	4,3 %	44,1 %	0,5 %
žiaci 7. ročníka ZŠ	307	13,7 %	12,4%	15,3%	54,4%	4,2 %
žiaci 8. ročníka ZŠ	264	10,6 %	8,7%	26,3%	51,0%	3,4 %
študenti 1. roč. gym.	209	7,6 %	2,5 %	2,9%	54,5 %	32,5 %
študenti 2. roč. gym.	221	4,4%	2,7 %	4,4%	63,4 %	25,3 %
študenti 3. roč. gym.	115	2,6 %	0,9 %	2,6%	65,2 %	28,7 %
študenti 4. roč. gym.	187	2,7 %	2,1 %	4,3%	63,6 %	27,3 %

Číselné údaje vo všetkých stĺpcoch udávajú percentuálny podiel odpovedí z počtu respondentov uvedeného v stĺpci 1 a zaradených do príslušnej kategórie a vekovej skupiny.

Stĺpec 2 udáva percentuálny podiel nulových odpovedí (žiaci vôbec neodpovedali).

Stĺpec 3 – Ako nesprávne resp. neprimerané boli vyhodnotené tie odpovede, ktoré síce z fyzikálneho hľadiska mohli byť aj správnymi tvrdeniami, ale na otázku odpovedali nesprávne, napr. „sila pôsobí určitým tlakom“, „sila sa prejavuje prírastkom energie“, „telesá sa priťahujú a odpudzujú“.

Stĺpec 4 – Samostatne boli vyhodnotené odpovede typu „pôsobenie sily sa prejavuje deformáciou telies“.

Stĺpec 5 – Odpovede boli zaradené do aristotelovskej úrovne, ak obsahovali vyjadrenie $F \Rightarrow$ pohyb, popritom sa niekedy objavili aj vyjadrenia „pôsobenie sily sa prejavuje aj uvedením do pohybu“, „Telesá sa začnú pohybovať“.

Stĺpec 6 – Odpovede boli zaradené do newtonovskej úrovne, ak obsahovali aspoň jednu zo zmien pohybového stavu: zrýchlenie, spomalenie, zakrivenie dráhy (posledná indikácia sa vyskytovala iba ojedinele).

Úlohou „Dokreslite všetky pôsobiace sily na obrázku!“ bola testovaná kognitívna väzba medzi pohybom telesa a silou. Text k obrázku: Gulôčka sa kotúľa doprava po hladkej vodorovnej ploche rovnomerným priamočiarým pohybom.



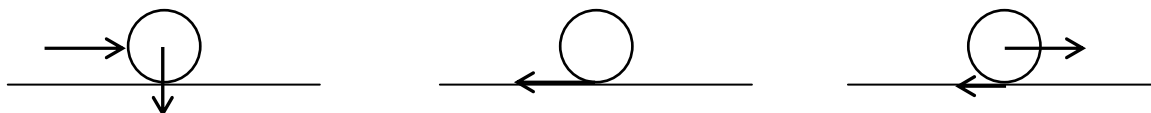
Tabuľka 2: Riešenia úlohy „Dokreslite všetky pôsobiace sily na obrázku!“ [20]						
číslo stĺpca	1	2	3	4	5	6
vek respondentov	počet resp.	nulová odpoveď	verbálna odpoveď		odpoveď na úrovni aristotelovskej	odpoveď na úrovni newtonovskej
žiaci 6. ročníka ZŠ	370	33,2 %	18,1 %		46,5 %	2,2 %
žiaci 7. ročníka ZŠ	307	20,8 %	24,8%		41,0%	13,4 %
žiaci 8. ročníka ZŠ	264	21,6 %	9,1%		61,7%	7,6 %
študenti 1. ročníka gymnázia	209	3,3 %	2,9 %		72,2 %	21,6 %
študenti 2. ročníka gymnázia	221	0,0%	2,7 %		67,8 %	29,5 %
študenti 3. ročníka gymnázia	115	2,6 %	1,8 %		67,8 %	27,8 %
študenti 4. ročníka gymnázia	187	2,1 %	0,6 %		86,1 %	11,2 %

Číselné údaje vo všetkých stĺpcoch udávajú percentuálny podiel odpovedí z počtu respondentov uvedeného v stĺpci 1 a zaradených do príslušnej kategórie a vekovej skupiny.

Stĺpec 2 udáva percentuálny podiel nulových odpovedí – žiaci a študenti úlohu nevyriešili – sily do obrázku ne-nakreslili ani nevpísali.

Stĺpec 3 – Študenti do obrázku iba dopísali názov sily, napr. „zotrvačná sila“, „trecia sila“, „zotrvačnosť“.

Stĺpec 5 – Na aristotelovskej úrovni študenti nakreslili len silu v smere pohybu, len silu trenia alebo nakreslili obe sily ale rôzne veľké. Niekedy popri týchto silách dokresľovali aj ťiažovú silu.



Stĺpec 6 – Na newtonovskej úrovni študenti buď nakreslili iba ťiažovú silu F_g smerom dolu alebo silu F smerom doprava a rovnakú treciu silu F_t smerom doľava alebo obe možnosti. Sily často aj označili symbolmi.



Keďže odpovede na aristotelovskej úrovni (stĺpec 5) obsahujú popri správnych vyjadreniach newtonovského typu aj nesprávne vyjadrenia aristotelovského typu, môžeme ich označiť ako **aristotelovské miskoncepce**, pretože nezodpovedajú koncepcii sily v Newtonovej mechanike.

3. Mareš, J., Čáp, J. Psychologie pro učitele [1], příklady na miskoncepce:

Teplo a teplota je to vlastne isté. Teplo súvisí s vyššími teplotami.

Ťažšie telesá vytláčajú viac tekutiny než ľahšie telesá.

Teleso ponorené do kvapaliny sa bráni proti utopeniu tým, že pláva.

Energia je schopnosť telesa konať prácu.

Zvuk sa šíri rýchlejšie než svetlo. Vždy keď zapneme televíziu, najprv počujeme zvuk a až potom sa objaví obraz.

4. Student Misconceptions [14]

The sun rises exactly in the East and sets exactly in the West everyday.

The sun is directly overhead at 12:00 NOON.

The earth is the center of our solar system.

The moon is only visible at night.

A white light source produces light of only one color - white.

The primary colors are red, yellow, and blue.

Black is a color.

Positively charged objects have gained protons.

A charged object can only attract other charged objects.

Gravitational forces are stronger than electrostatic forces.

Batteries have electricity inside them.

Gravitational potential energy depends only on the height of the object.

Doubling the speed of an object doubles its kinetic energy.

Doubling the speed of a car doubles its stopping distance.

There is no relationship between matter and energy.

Energy is not conserved! Because we are running out of it.

If an object is at rest, no forces act on it.

Large objects exert a greater force than smaller objects.

A force is needed to keep an object moving.

Wood floats and metal sinks.

Pressure and force are the same.

Heat and cold are different things.

Rocks must be heavy.

All metals are attracted to a magnet.

All magnets are made of iron.

2. Analýza učebníc základnej a strednej školy z hľadiska vzniku aristotelovskej miskoncepce sily (Analysis of secondary and upper secondary school textbooks from the light of Aristotelian misconception of force)

Z tabuliek 1 a 2 vidíme, že aristotelovská koncepcia sily je **prekonceptiou**, teda žiaci 6. ročníka ju získali už predtým – zrejme zovšeobecnením vlastnej skúsenosti. Ako ukazuje analýza nižšie citovaných učebníc, žiaci ZŠ aj študenti SŠ získavajú z nich správne poznatky o pohybových účinkoch sily, čo sa prejavuje narastaním percentuálneho podielu newtonovskej úrovne pojmu „sila“ (6. stĺpec 1. a 2. tabuľky). Narastá však aj percentuálny podiel odpovedí typu „sila spôsobuje pohyb“, ktorý v mysli mnohých žiakov bez rozporu koexistuje s poznatkami správnymi na newtonovskej úrovni – tento fakt nazývame **aristotelovská miskonceptia** pohybových účinkov sily (stĺpec 5 prvej a druhej tabuľky). Otázkou teda je, prečo popri náraze správnej newtonovskej koncepcie sily vplyvom vyučovania v škole rastie aj percentuálny podiel aristotelovskej miskoncepce, ktorý by mal klesať.

Na základnej škole sa žiaci v 7. ročníku učia o tom, že sila spôsobuje uvedenie do pohybu, zmenu rýchlosti, zrýchlenie, spomalenie, zastavenie i zakrivenie dráhy (učebnica [5]) – „sila má posuvné účinky, t.j. môže pohyb telesa urýchliť, spomaliť alebo zastaviť“. V učebnici sú aj príslušné obrázky, takže žiaci by mali získavať správne poznatky o pohybových účinkoch sily. Analýza učiva mechaniky v učebniciach strednej školy [4] ukazuje, že o sile a jej účinkoch sa študenti učia v 2. kapitole v tomto poradí:

1. Vzájomné pôsobenie telies, kde sa konštatuje, že „výsledkom vzájomného silového pôsobenia telies môže byť alebo deformácia týchto telies, alebo zmena pohybového stavu.“ Termín „zmena pohybového stavu“ sa tu objavuje prvýkrát a termín „pohybový stav“ nie je vysvetlený. Zahranické učebnice napr. [7, 8] pri učive podobného charakteru aspoň explicitne a na príkladoch uvádzajú, že „sila spôsobuje deformáciu, alebo zrýchlenie, spomalenie, či zakrivenie dráhy telesa“.
2. Inerciálne a neinerciálne vzťažné sústavy, kde sa síce hovorí o rôznych veľkostiach spomalenia na rôznych povrchoch, ale o trení sa hovorí len v prípade, keby sa jeho vplyv odstránil.
3. Po definícii hybnosti sa odvodzuje z experimentu zovšeobecnením úmernosť sily a zmeny hybnosti a následne výpočtom II. Newtonov zákon v tvare $F = m \cdot a$.
4. Potom sú v učebniciach príklady na II. Newtonov zákon.

V práci [20] sa na základe kognitívnej analýzy a trojuholníkového modelovania popisujú viaceré poznávacie kroky, ktoré musí edukant absolvovať, aby sa v myslení dostal na newtonovskú úroveň.

Aristotelovská úroveň myslenia v mechanike je totiž prirodzená, pretože vychádza z bežnej skúsenosti človeka, ktorý pozorované javy zovšeobecňuje a vytvára si prvé primitívne empirické zákonitosti.

Prechod na **newtonovskú úroveň**, ktorý je súčasne prechodom z empirickej na parametrickú až štruktúrálnu úroveň pojmovo-poznatkového systému študenta, si však vyžaduje kvalitatívnu zmenu myslenia, pri ktorej pôvodné pojmy a poznatky musia prejsť komplexnou rekonštrukciou.

Aby sa v myslení študentov mohol vytvoriť plnohodnotný pojmovo-poznatkový systém na parametrickej úrovni, ktorý je v mechanike reprezentovaný newtonovskou koncepciou, je potrebné postupne realizovať viaceré myšlienkové kroky: Študenti

1. musia v pojmovej oblasti prejsť procesom idealizácie pojmov;
2. musia pochopiť zákon zotrvačnosti a podstatu zotrvačnej sily ako sily zdanlivej v neinerciálnych sústavách a ako sily skutočnej – reakcie, ktorou pôsobí akcelerujúce teleso na teleso, ktoré ho tlačí, ťahá a pod.; to umožní pochopiť podstatu zotrvačnosti telesa ako „odporu“ voči zmene pohybového stavu;
3. musia rozlíšiť sily na tie, ktoré uvádzajú teleso do pohybu a brzdné sily,
4. musia vedieť analyzovať pohyby telesa pod vplyvom síl uvádzajúcich do pohybu a síl brzdných,
5. v súvislosti s predchádzajúcim krokom musia poznať a pochopiť zákon skladania síl,
6. mali by si formulovať hypotézy o priamej úmernosti $a \sim F$ a nepriamej úmernosti $a \sim 1/m$,
7. mali by pochopiť, že zmena pohybu sa deje v smere pôsobiacej sily,
8. mali by si zostaviť hypotézu pre II. Newtonov zákon na základe predchádzajúcich poznatkov.
9. Aby študenti pochopili, že hypotéza je potrebné aj overovať, možno im ukázať, ako bola hypotéza $F = m \cdot a$ testovaná skúmaním a vysvetľovaním pohybov nebeských telies, k čomu je potrebná znalosť Newtonovho gravitačného zákona a zákona akcie a reakcie.

Podrobnejšia analýza vyššie citovaných učebníc ukazuje nasledovné:

1. Proces idealizácie pojmov nie je v nich ani naznačený.
2. Analýza zotrvačných síl je nedostatočná, nasleduje až po zákone zotrvačnosti a neexistuje model myšlienkového postupu vedúceho k formulácii zákona zotrvačnosti. Poznámka pod čiarou o Aristotelovom zákone sily nie je previazaná na analýzu pôsobenia aktívnych a brzdných síl na pohybujúce sa teleso.
3. O brzdných silách sa žiaci učia na ZŠ, na strednej škole sa na ne zabúda.
4. Analýza pohybov telies pod vplyvom síl uvádzajúcich do pohybu a síl brzdných chýba.

5. Zákon skladania síl je prezentovaný dostatočne.
6. Hypotézy o priamej úmernosti $a \sim F$ a nepriamej úmernosti $a \sim 1/m$ sú formulované pomocou hybnosti, chýbajú rozbor rôznych zrýchlení v rôznych konkrétnych situáciách.
7. Na zmenu pohybu v smere pôsobiacej sily je v učebniciach nedostatok obrázkov.
8. Odvodenie II. Newtonovho zákona je formálne, pretože nevychádza z praktických skúseností študenta, neanalyzuje ich, nezovšeobecňuje a nekonfrontuje s realitou. Vychádza z experimentov, ktoré sú mechanicky zovšeobecňované. Treba poznamenať, že v historickom vývoji bola hypotéza II. NZ formulovaná ako dôsledok myšlienkových úvah a až potom teoreticky a experimentálne overovaná.

Vyššie uvedené fakty môžu vysvetliť, prečo je newtonovská úroveň pojmu „sila“ tak nízka aj u študentov gymnázia. Môžu vysvetliť pretrvávajúce aristotelovské úrovně, nevysvetľuje to však jej narastanie. Možno iba hypoteticky konštatovať, že školský vyučovací proces podporuje povrchné empirické zovšeobecňovanie pozorovaných faktov, pričom nedostatočnú pozornosť venuje tým myšlienkovým postupom, ktoré sú typické pre newtonovskú fyziku i pre klasickú fyziku vôbec [16].

3. Pojmové miskoncepcie (conceptual misconceptions) – vznikajúce nepresným definovaním fyzikálnych pojmov a termínov

Pri písaní sprievodcov stredoškolskou fyzikou [17, 19] sa autor stretol s rôznymi nepresnými alebo neúplnými údajmi a definíciami v učebniciach, na internete, v prehľadoch učiva a vo fyzikálnych tabuľkách, ktoré následne vytvárajú miskoncepce v myslení študentov. Uvedené sú niektoré z nich:

1. **Rok** – Vo fyzike sa okrem kalendárneho roka rozlišujú aj iné fyzikálne definície roka, napr. rok juliánsky (365,25 dní, deň $d = 86\,400$ sekúnd), ktorý sa používa pre udávanie dlhých časových období v astronómii, napr. pre obežné doby planét; rok tropický = 365 dní, 5 hodín, 48 minút, 45,7 sekundy, ktorý sa používa v definícii dĺžkovej jednotky svetelný rok – vzdialenosť, ktorú prejde svetlo za tropický rok. Miskonkepciou je hojne rozšírená predstava, že „rok je 365 dní“ (resp. prestupný rok 366 dní). Potom vznikajú problémy pri počítaní príkladov, keď študenti dosadzujú údaje z rôznych zdrojov a vyjdú im odlišné výsledky, pretože nevedia, v akých jednotkách počítajú. Táto miskoncepcia sa dá jednoducho prekonať tým, že študentom zadáme úlohu, prečo sú napr. údaje o obežných dobách planét v rôznych informačných zdrojoch rôzne. Sami prídu na to, že v niektorých (povrchných) učebniciach sa rok = 365 dní a v iných – presnejších – je to juliánsky rok. Nemusia si to pamätať, stačí, ak vedia, že vo fyzike rok nie je vždy 365 dní a vedia si presné údaje v prípade potreby nájsť.
2. Podobná situácia je pri fyzikálnej jednotke **AU**, ktorá sa nerovná vzdialenosti Zeme od Slnka, ako sa to bežne traduje. Ak študentovi poskytneme informáciu o meniacej sa vzdialenosti Zeme od Slnka v priebehu roka a zamyslí sa nad tým, uvedomí si, že definícia jednotky AU (ako konštantného čísla) nemôže byť založená na meniacej sa vzdialenosti, ale nanajvýš o jej strednej hodnote. Aby to bolo presné, ide o číslo rovné veľkosti veľkej polosi eliptickej dráhy Zeme okolo Slnka [19]. Táto téma je súčasne vhodným námetom na sprostredkovanie postupov, ako sú vo fyzike postulované a definované jednotky.
3. Zaujímavým problémom je termín „**svietivosť**“ hviezdy definovaný v učebnici fyziky pre 4. ročník gymnázia [11] ako energia vyslaná z povrchu hviezdy do priestoru za jednotku času. Evidentne ide o žiarivý výkon hviezdy, teda o termín „**luminosita**“, vo význame „žiarivosť“ hviezdy a nie vo význame „svietivosť“ hviezdy či svetelného zdroja, čo je fotometrická veličina. Miskoncepcia v mysli študentov sa vytvára tým, že nerozlišujú žiarivosť svetelného zdroja meranú vo wattoch od jeho svietivosti meranej v kandelách. Obvykle si nevedomujú ani fakt, že to, čo svetelný zdroj vyžaruje, sa podstatne líši od toho, čo vidíme. Ľahko ich z tohto omylu vyvedieme, ak im ukážeme teleso vyžarujúce infračervené svetlo, ktoré uvidia až prístrojom na nočné videnie. Následné vysvetlenie merania vzdialeností hviezd v kapitole o svietivosti hviezd v spomínanej učebnici je potom pre študentov nepochopiteľné. Je navyše príliš stručné a neúplné, pretože pre pochopenie celej problematiky musia študenti poznať aj pojmy hviezdna veľkosť, absolútna a bolometrická magnitúda a ďalšie, ako aj princípy merania vzdialenosti hviezd aspoň pomocou cefeíd, resp. supernov typu Ia [19], čo je už rozširujúce učivo – pre študentov so záujmom o túto problematiku.
4. Miskoncepcia môže vzniknúť v súvislosti s termínom „**činný výkon striedavého prúdu**“. V učebniciach pre stredné školy sa obvykle uvádza, že činný výkon je tým väčší, čím menší je fázový rozdiel φ , pričom najväčší je pre $\varphi = 0$. Neuvádza sa však, že táto závislosť platí pre sériový *RLC* obvod. Napr. paralelný *RLC* obvod používaný na ladenie staníc v rádioprijímači (*R*, *L* paralelne s *C*) sa pre zanedbateľne malý odpor *R* chová inak; jeho výkon je najmenší pre $\varphi = 0$. Študent sa obvykle nezamýšľa nad tým, pre aké obvody platí závislosť medzi účinníkom $\cos \varphi$ a činným výkonom. Chápe ju ako univerzálnu – čo možno označiť za miskoncepciu. Tento názor môže študent prekonať pomocou analýzy paralelného *RL* obvodu pripojeného k vonkajšiemu generátoru striedavého napätia (model ladiaceho obvodu pre $R \rightarrow 0$). Použije sa vzorec $P = U^2 \cos \varphi / Z$ odvodený zo vzťahu pre činný výkon $P = UI \cos \varphi$ dosadením vzťahu pre impedanciu $I = U/Z$, kde $Z = \omega L / (1 - \omega^2 LC)$. Ak študent vie, že $\varphi = 0$ pre $\omega^2 = 1/LC$, uvedomí si, že pre $\varphi \rightarrow 0$ sa $\omega^2 \rightarrow 1/LC$, teda $Z \rightarrow \infty$ a preto $P \rightarrow 0$. Potom si uvedomí aj fakt, že závislosť činného výkonu od fázového rozdielu deklarovaná v učebnici nemusí byť univerzálna.

4. Učebnicové miskoncepce (textbook misconceptions)

Zaradenie učiva o atóme do 6. resp. 7. ročníka základnej školy v SR resp. v ČR vedie k miskonkepcii – nesprávnej predstave o atóme, ktorý si žiaci predstavujú podľa planetárneho modelu, kde elektrón obieha okolo jadra. Učebnice gymnázia síce hovoria o kvantovo-mechanickom modeli atómu, avšak iba česká [15] hovorí o hustote pravdepodobnosti výskytu elektrónu a dokumentuje to pomocou obrázkov orbitálov. Slovenská [11] používa nevhodnú formuláciu „Keď sa elektróny môžu pohybovať vo vnútri atómu,...“ a vôbec sa nezaobrá predstaviť o pravdepodobnosti výskytu elektrónu v atómovom obale. Nedostatočná až nulová pozornosť venovaná v učebniciach problematike vývoja modelov atómu od Thomsonovho, cez Rutherfordov a Bohrov až k Schrödingerovmu ako aj pravdepodobnosti výskytu elektrónu v atóme vedie k tomu, že miskonkepcia – predstava o planetárnom modeli atómu u študentov pretrváva. V zahraničných učebniciach U.S.A., Veľkej Británie a Nemecka je takto podrobne pojaté učivo o atóme zaradené o dva až tri roky neskôršie a prezentované vhodnými názornými obrázkami. Riešenie ukazuje aj sprievodca stredoškolskou fyzikou [17, 19], kde sú jednotlivé modely atómu detailne popísané, ich prednosti a nedostatky sú diskutované, pričom celý proces čiastočne kopíruje historický vývoj poznania o atóme. Kvantovo-mechanický model atóm je zobrazený pomocou grafu radiálnej hustoty pravdepodobnosti, bodových grafov a orbitálov tak, aby študenti získali jasnú predstavu o výskyte elektrónu v atóme.

Inou učebnicovou miskonkepciou je tautologické „odvodenie“ stavovej rovnice ideálneho plynu v slovenských a českých učebniciach fyziky pre gymnázium [2, 3] na str. 79 resp. 68. Toto odvodzovanie sa odvoláva na vzťahy (3.3) a (3.2) pre strednú kvadratickú rýchlosť molekúl na str. 73 resp. 63, kde sa píše „z teoretických úvah vyplýva, že stredná kinetická energia (kvadratická rýchlosť) molekúl závisí od termodynamickej teploty plynu T “, pričom nie je zrejmé, o aké úvahy ide. Práve vzťah medzi strednou kvadratickou rýchlosťou molekúl a termodynamickou teplotou bol v klasickej fyzike odvodený [17, 19, str. 80] porovnaním stavovej rovnice (odvodenej fenomenologicky) a základnej rovnice kinetickej teórie plynov. Preto tento vzťah nie je možné v tomto zmysle použiť pre „odvodenie“ stavovej rovnice.

Literatúra – References

- [1] Čáp, J., Mareš, J. (2001). Psychologie pro učitele. Praha: Portál s. r. o.
- [2] Bartuška, K., Svoboda, K. (2000) Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika. Praha: Prometheus
- [3] Bartuška, K., Baník, I., Kotleba, J., Svoboda, K., Tomanová, E. (1991) Fyzika pre 2. ročník gymnázia. Bratislava: SPN
- [4] Bednařík, M., Šíroka, M., Bujok, P. (1993). Fyzika pro gymnázia – mechanika, Praha: Prométheus; Vachek, J., Bednařík, M., Klobušický, K., Maršák, J., Novák, J. (1991) Fyzika pre 1. ročník gymnázia, Bratislava: SPN; Vachek, J., Bednařík, M., Klobušický, K., Novák, J., Šabo, I. (2001) Fyzika pre 1. ročník gymnázia, Bratislava: SPN
- [5] Bohuněk, J., Kolářová, R., Janovič, J. (2000) Fyzika pre 7. ročník základných škôl. Bratislava: SPN.
- [6] Brockmeyer, J., Tarábek, P. (2007). Teoretická koncepcie didaktiky fyziky (Theoretical Conception of Physics Education). *Educational & Didactic Communication 2007*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis
- [7] Butlin, C. at all (2000) Advanced Physics. Oxford: Heinemann
- [8] Heepmann, B. at all (1988), Physik für Realschulen. Bielefeld: Cornelsen Verlag
- [9] Hestenes, D., Wells, M., Swackhammer, G. (1992) Physics Teacher 30, 141
- [10] Novak, J. (2007). The Meaningful Learning Research Group, Misconceptions Proceedings (1983 – 2007). <http://www2.ucsc.edu/mlrg/mlrghome.html>;
- [11] Pišút, J. a kol. (2003). Fyzika pre 4. ročník gymnázií. Bratislava: SPN
- [12] Science Myths" in K-6 Textbooks. (2007). <http://amasci.com/miscon/miscon.html>;
- Maths misconceptions. (2007). <http://www.teachernet.gov.uk/teachers/issue42/primary/features/Mathsmisconceptions/>
- [13] Sharma, S.V., Sharma, K.C. (2007) Concepts of force and frictional force: the influence of preconceptions on learning across different levels. Physics Education Vol. 42. Number 5
- [14] Student Misconceptions. (2007). <http://www.darylsceience.com/Misconceptions.htm>.
- [15] Štoll, I. (1993) Fyzika mikrosvěta. Praha: Prometheus
- [16] Tarábek, P. (2003) Poznávací proces fyziky (Cognitive Process of Physics). *Formation and Design of Textbook (volume 1)*. London, Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [17] Tarábek, P. (2004). Odmaturuj z fyziky. Physics Guide. Brno: Didaktis
- [18] Tarábek, P. (2005) Zmysel školského vzdelávania v spoločnosti so znalostnou ekonomikou - Modelovanie štruktúry pojmov a poznatkov. *Inovácie v škole 2005*. Podbanské, Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní.
- [19] Tarábek, P. (2006) Zmaturuj z fyziky. Physics Guide. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.
- [20] Tarábek, P. (2007). Kognitívna analýza a trojuholníkové modelovanie pojmov v priebehu kurikulárneho procesu (Cognitive Analysis and Triangular Modelling of Concepts in Curricular Process). *Educational & Didactic Communication 2007, Vol 2*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis.

Financial Literacy: Selected Problems

Assoc.Prof. Ing.Vladislav Pavlát, Ph.D.

Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic

Reviewer: Prof.Ing.Vladimír Novák, CSc.

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

Key Words

Financial Literacy, Financial Illiteracy, Problems of Measurement, Responsibility for Upgrading Financial Literacy, Economic Literacy, Curricular Proces, Implemented Curriculum-2

Abstract

The aim of this article is to: 1. define financial literacy and illiteracy (for the purpose of this article), 2.characterize the ways how financial literacy and/or illiteracy could be measured, 3. discuss which person or organisation (individual persons and/or states) is responsible for upgrading financial literacy and/or reducing financial illiteracy. The problem discussed is of great importance for every person and for all states.

Financial literacy/illiteracy will be understood as a part of economic literacy/illiteracy.

Economic literacy (financial literacy included) is one of pre-conditions of economic welfare and of economic growth and progress of every country. It is considered to be a vital component of citizenship education. Therefore, economic (financial) literacy is an indispensable component of the school curriculum.

Contents

Introduction – Curricular process

1. Introductory notes
2. Financial literacy/illiteracy: a quest for an acceptable definition, its results and consequences
3. Problems of Measurement
4. Who takes care?
5. A few final remarks

Notes and references

Introduction – Curricular Process

Comparison carried out in the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ (see (8)) has enabled, gradually, to join together the results of transformations T1 to T5 with the selected variant forms of curriculum as follows:

- a) The result of transformation T1 (scientific system of relevant scientific branch in the light of its communicability) may be expressed by variant form “conceptual curriculum”
- b) The result of transformation T2 (didactic system of relevant scientific branch) may be expressed by variant form “intended curriculum”
- c) The result of transformation T3 (instruction project of relevant scientific branch, above all textbook and preparation of teacher for instruction) may be expressed by variant forms “projected curriculum” and “implemented curriculum-1”
- d) The result of transformation T4 (foreknowledge and further results of relevant scientific branch schooling) may be expressed by variant form “implemented curriculum-2”
- e) The result of transformation T5 (permanent component of education and its applications as effects of relevant scientific branch schooling) may be expressed by variant form “attained curriculum”

Among the conclusions of the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ the implementation of concept “curricular process of relevant scientific branch” as succession by transformational way concurring variant forms of curriculum belongs. The next conclusion is detection thus by transformational way introduced concept “curricular process” in essence eliminates “a gorge” among the conceptions of curriculum with them is separately worked in Anglo American publications. The last conclusion is afterwards the assumption the curricular process of relevant scientific branch as another denomination of didactic communication of relevant scientific branch could enable to explore the curricular processes, for example, economics, mathematics, chemistry, biology as school subjects.

The selected problems of financial literacy, from the point of curricular process of economics, can be investigated as a part of intended curriculum and implemented curriculum-2.

1. Introductory notes

The problem of economic and financial literacy is a common problem of all postcommunist countries with an economy in transition. Czech Republic – as one of the states of this category - has successfully undergone the process of economic transformation from „planned“ economy to market economy.

The way from a „planned“ economy to a market economy is not an easy one. A „real“ market has to be created, endowed with all necessary qualities. At the beginning of this process, market categories had to be introduced and people had to learn how to use them. In Czech Republic, a completely new terminology – adequately reflecting the „real“ market economy - had to be created and applied. This process was lasting for a couple of years until the greatest terminological difficulties – as far as economic terminology is considered - were surmounted. Up to now, there are still some lags in the Czech financial terminology which is more complex than economic terminology in general.

Unfortunately, the process of economic transition was not duly reflected in school curriculum. Mostly it was reflected in a formal way, if at all. At the Czech primary school level, no special economic/financial curricula still exist. At the secondary school level, a few economic curricula exist, however, with a very narrow scope. At the university level, practically all types of schools introduced specific economic curricula of a limited extent. Economic universities and faculties specialized in finance are the only schools which offer economic and financial curricula in an extent corresponding to the real level of the Czech market economy and to the real needs of business practice. I suppose to be able to address this problem in a separate article.

2. Financial literacy/illiteracy: a quest for an acceptable definition, its results and consequences

In academic literature, financial literacy/illiteracy as a notion or a category will be closely connected with monetary economics. Noctor, Stoney and Stradling (1992) define financial literacy as “the ability to make informed judgments and to take effective decisions regarding the use and management of money”. (1)

Cartwright (2004) reminds that this definition has been approved by the FSA in Great Britain.(2).

- What results from the above definition?

The above definition is an instrumental definition: it tries to show that financial knowledge should serve as a tool for a practical action on the field of use and management of money.

This ability is, naturally, based on existence of some information. Without information, nobody will be able to make any reasonable judgment and/or to take any effective decision.

More information means lower information asymmetry and higher chance to decide and act correctly and effectively. The extent of available information depends on conditions of space and time, i.e. it differs from country to country and is historically limited.

- What are the theoretical causes for financial literacy/illiteracy?

Financial illiteracy (as an opposite to financial literacy) - to follow the above reasoning – is an inability of making informed judgments and to take effective decisions regarding the use and management of money, caused by lack of information. In theory, such situation is called “information asymmetry”. In the world of finance, this is a well-known – much-feared and dangerous – phenomenon. Theoretical explanations of its origin, types and forms etc. are manifold.

In principle, there are different possibilities (and several combinations) of what has to be taken in consideration when talking about information and asymmetric information:

- (a) information is available – it simply exists;
- (b) information is not available – in the sense of its non-existence;
- (c) information is accessible – it can be found out and used;
- (d) information is not accessible – it is hidden or secret;
- (e) information is unavailable – it is of a low quality and, therefore, it cannot be used.

One can make a judgment and decide, if condition (a) + (c) is fulfilled. All other combinations prevent from making any judgment and taking any decisions. However, even if the condition (a) + (c) has been fulfilled, information asymmetry may exist – if somebody else has more information on a given matter than you have. In such a case, it is a problem of degree.

In literature, different practical situations of “information asymmetry” are described to illustrate this phenomenon. For example, Cartwright (2004) wrote: “If consumers are to be able to make informed choices, they need to have an appropriate perspective on the financial system. They need to be aware of the different types of products on offer, and how these relate to their needs and expectations. Where such information is not readily available, they need to know how to find the information, for example by research or by going to a financial advisor. In addition, consumers sometimes are to be told that a financial product may not be suitable for them because of the likelihood of the consumers’ situation changing.”(3)

To conclude: they have to acquire necessary information, i.e. they must not be completely financially illiterate.

- What are the consequences of financial illiteracy?

From the point of view of financial services consumption (or: the side of demand), information asymmetry is a “natural enemy” to every consumer of financial services. In other words: financial illiteracy is an “enemy” to every consumer of financial services. An unsatisfactory degree of financial literacy and/or financial illiteracy

deprives the consumers of the possibility to satisfy their demand for different financial services in an optimal way. If they suffer from lack of information, it is highly probable that they are unable to spend their financial means in a rational way. And more than that: with a lack of information (due to information asymmetry) their risk of false decisions rises and uncertainty grows as well.

An uninformed consumer – even in an extreme case that he buys some financial service without satisfactory knowledge how to use it – will be unable to draw on all benefits connected with the use of this particular service.

Depositors, creditors and investors who have no information or who have distorted information cannot take any sound decision. Market participants also can misread or misinterpret information. They may start to behave in an irrational and herd-like way.

From the point of view of financial services industry (or: the side of supply), information asymmetry on the side of consumers of financial services is an “enemy” to financial services industry. In other words: financial illiteracy is an “enemy” to financial services industry. Uninformed customers will hesitate to buy “unknown” financial services. Sales of financial product will be at stake. (4)

Therefore, it is advisable to reduce financial illiteracy and to enhance financial literacy by means of a goal-oriented financial education. The best way to do is to prepare different curricula differentiated according to different groups of population (age, gender, degree and sort of education, profession etc.). This point will be discussed in the last section of this article. Up to now, the category of financial literacy/illiteracy was characterized in a general way, without describing its content.

Partial conclusions:

1. Upgrading financial literacy equals reduction of information asymmetry, risk and uncertainty. Hence: reducing financial illiteracy equals reduction of information asymmetry, risk and uncertainty;

2. Consumers of financial services should be interested in reducing information asymmetry, i.e. in upgrading their financial literacy and/or reducing their financial illiteracy to be able to

optimise their consumption and to use acquired products and services in full.

3. Producers of financial services should be interested in supplying precise, timely, correct and fair information on their financial services to consumers, i.e. they should be interested

in upgrading consumers’ financial literacy and/or reducing consumers’ financial illiteracy to be able better to satisfy the consumers’ needs and to rise the outlet of financial products and services.

3. Problems of Measurement

Up to now, phenomenon of financial literacy and illiteracy was described and analyzed from the qualitative point of view. However, this approach as such is inoperative. It is necessary to approach it from the quantitative point of view.

If we have to quantify the categories “financial literacy/illiteracy”, we have to define the “contents” of these categories, i.e. it is necessary to specify the real meaning of these words. In a money-less country, with no money and no circulation of money, the words “financial literacy/illiteracy” would be meaningless. Nobody would understand it.

Under conditions of monetary economics, money, monetary circulation, financial market with a specific supply and demand for financial products and services, loans and credits, interest, interest rates, financial intermediation, financial institutions - banks, exchanges, brokers, dealers etc. are existing as a reality which is – somehow or other – reflected in minds of inhabitants of a country at a certain historical period. As this “real financial world” is changing, the meaning of technical terms describing it is changing as well.

“Man in the street” knows what “money” is, he understands some of its functions, and is able to use his money for buying goods to satisfy his needs – this is true from the very beginning of monetary economics. However, to understand relevant implications of a paperless monetary circulation, the existence of “money” as sets of figures in computers, obviously, is much more complex - but: the word “money” is still the same.

To measure financial literacy/illiteracy is a question of degree: mathematically, the lowest degree of literacy/illiteracy is equal “zero”, the highest degree is an approximation of “infinity”. However, such strictly formal mathematical approach obviously is inoperative.

The only thing we are sure of is that “financial literacy” has to be “higher than zero”. The “zero value” would correspond to a situation when a person would not know the meaning of the word “money”.

From the above reasoning it follows that the above mentioned “question of a degree” depends on a conventional definition (or characteristics) of a specific set of financial products, instruments, methods, mechanisms, organisations and institutions which inhabitants of a certain country at a certain historical period will use and – therefore – are supposed to dispose of an adequate knowledge of all above elements.

The “adequacy” of this knowledge is related to different groups of population (ranged according to age, gender, degree and sort of education, profession etc.). For every group a different “set” would have to be elaborated, according to the estimated set of “needs” of financial products and services. For example, little babies’ need for money would be “zero”, day-labourers’ need for a current account would be “zero” etc.

Every “set” of information defining the degree of desirable “financial literacy” for each group would have to contain sufficient quantity of information (of a satisfactory quality) which would enable the member of the given group to (a) make an informed judgment, (b) take a reasonable decision, and (c) to take a decision.

The problem is to find *objective* criteria for setting up these “sets” which are based on “needs”. Consumption patterns of different income categories maybe might be helpful.

Empirical research undoubtedly is needed as well. Acceptance of an assumption of a “homo oeconomicus” (serving as a main criterion) probably is misleading. Psychological and sociological factors influencing human behaviour certainly have to be taken into account.

In different countries and/or historical periods, they are different and they depend on the development stage of monetary economics.

For each group of population a specific set should be fixed, and a specific “lowest standard” of financial literacy (which corresponds to a “highest standard” of financial illiteracy) and a specific “highest standard” of financial literacy should be defined. In practice, everybody would have to find his/hers own “optimum”.

The described information “sets” (or “baskets”) should serve as “thesauri” of desirable knowledge to be able to prepare different specific curricula for systematic education.

Let us give a tentative description of one of such possible “sets” for a group of adults (of both genders), i. e. aged more than 14 years with an elementary education (suppose they can read, write and calculate the elementary calculations), employed as a day-labourer.

The “lowest standard” of financial literacy or the “minimum” should comprise the following: 1. elementary knowledge of currency, its different forms and denominations (i.e. to be able to recognize coins and banknotes of lower values); 2. ability to read the prices of goods in a correct way (as a pre-condition for shopping); 3. ability to read the prices of postage stamps, tickets for public transport, cash payments for mobile phone coupons, event. exchange rates; 4. ability to check the amount of money given back by cashier or a ticket-clerk; 5. ability to fill in elementary forms connected with payments (registered letters etc.). (5)

Generally, it is more desirable to fix the “lowest standard” of financial literacy than to fix a “highest standard”. Every specific curriculum destined for a specific category of population should contain the supposed “minimum”, but should not “close the door” – at least, ways to further knowledge should be recommended and described.

An objective measurement of financial literacy/illiteracy is possible and meaningful, if the

above described “sets” do exist, if statistical data based on regular public inquiries (6) are collected and analyzed, and if these “sets” are used as benchmarks.

Partial conclusions:

1. The described “information baskets” and resulting specific curricula have to be re-defined periodically to adequately reflect the changing economic reality.
2. It is recommended to elaborate “minimum financial literacy standards” based on specific curricula for specific groups of population.
3. For practical transformation of described steps special research will be needed.

4. Who takes care?

In democratic states, both individual citizens themselves and governments are responsible for reducing financial illiteracy and enhancing financial literacy. Private institutions and organizations are the third important element.

In a modern democratic society, governments are vitally interested in reducing illiteracy in general (financial illiteracy included), as any form and/or manifestation of illiteracy is a factor complicating the governance and social and economic development and progress.

In spite of all this, financial illiteracy is still widespread. In many countries, it was proven by empirical research. (7) It is a world-wide phenomenon.

The countries with advanced financial markets (such as the USA, Great Britain, Canada and others) dispose of centralized systems which take care of reducing financial illiteracy. The activities on this field are manifold and multi-level. A host of state institutions are involved in it: ministries, central banks, financial regulatory bodies, stock exchanges and so on. It is almost impossible to enumerate all of them. The most important activities are concentrated at school curricula.

However, not only government, but also powerful international organisations and institutions (such as Basle Bank for International Settlements, IMF, IOSCO, EBRD etc.) and different international and/or national professional organisations and associations (such as World Federation of Exchanges, national Broker-Dealers Associations etc.) and organisations protecting consumers' interests play a very important and growing role in financial education.

In addition to this, there are a lot of private enterprises (private school, publishing houses, advisory firms etc.) which contribute to financial education of individuals. It is not necessary to mention the growing role of mediae (financial press, television, Internet) in reducing financial illiteracy in most countries.

However, there are certain common problems which can devalue these valuable efforts: firstly, in many countries, activities aiming at reduction of financial illiteracy are not always sufficiently co-ordinated (which may cause a waste of financial means disposable for financial education); secondly, the quality of financial information may lag behind the growing requirements of transparency.

Partial conclusions:

1. In the next future, the efforts of different organisations and institutions interested in reducing financial illiteracy ought to be more coordinated at national and international level as well.
2. The process of coordination – the leader of which probably will be some state authority, organisations or institution - should not undermine or restrict any initiative actions of private entities involved in efforts aiming at the enhancement of financial literacy.

5. A few final remarks

Let me conclude with a few remarks on the topic of financial literacy/illiteracy. I am fully aware of the fact that this topic is a permanent issue – and this is the reason why more financial means should be spent on it. However, it is also a question of priorities. Obviously, everything cannot be done immediately. In many countries, much has been achieved and much is being done in practice. This is very good, but in my opinion there is still some deficit in research. Academic research undoubtedly could be able to contribute to solve some of questions raised in this brief article. I would be very grateful to academic colleagues for any positive or negative reaction on it.

Notes and references

- (1) Noctor, M. – Stoney, S. – Stradling, R., *Financial literacy* (Slough, National Foundation for Educational research, 1992).
- (2) See: *Promoting Public Understanding of Financial Services: A Strategy for Consumer Education*, FSA, November 1998.
- (3) Cartwright, P., *Banks, Consumers and Regulation*. Oxford and Portland Oregon, 2004. ISBN 1-84113-483-X.
- (4) Cases of a misuse of information on different financial products and services are frequent.
Sellers often will misinform buyers. This is why consumers must be protected. The Cruickshank Report (2000) states: "... the strongest curb against the mis-selling of financial products is to equip customers with the knowledge and confidence to ask the right questions and to seek out the best products or the ones which suit them best." (In: Competition in UK. Banking: A Report to the Chancellor of the Exchequer, 2000.)
- (5) This is a tentative list based on actual Czech experience. A day-labourer is not supposed to keep a current account with a bank, to pay personal insurance, to own cars; however he uses a mobile phone, and sometimes owns a television sets or a bike. Most day-labourers in Czech Republic are foreigners mostly coming from Eastern European countries.
- (6) Two years ago, the author organized an inquiry at the University of Finance and Administration in Prague with the aim to analyze the degree of financial literacy of a representative group of undergraduates. The results (anonymous answers) were compared to several curricula (for example, the course on banking). Next year, this inquiry shall be repeated.
- (7) Great Britain can be cited as one of countries which dispose of interesting research results on this field. See: The Adult Financial Literacy Advisory Group, Report to the Secretary of State for Education and Employment (DFEE, December 2000).
- (8) Tarabek, P., Zaskodny, P. (2008) Educational and Didactic Communication – Vol.1.-Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis

Benford's Law and its Application to Stock Exchange Market Prices

Ing. Miroslav Hudak

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Reviewer: Ing. Josef Budík

Institute of Finance and Administration, Prague, Czech Republic

Key words

Variant Forms of Curriculum

Curricular Process

Logarithmic Function and its Properties

Benford's Law

Applicability of Benford's Law

Applications in Economics

Stock Market Prices

Abstract

This article describes basics of the theory of the curriculum. Basic structure of the transformation processes is described. Following text represents "implemented curriculum" and application within curricular processes of economics and mathematics. Benford's law and its applications in the financial markets serve as a demonstration of the lasting mathematics and economics educations. Following text is divided into two parts.

In the first part of the article, basic theory of curriculum and its variant forms are presented. Schemes of the processes of transformation are described.

The second part of the text describes Benford's law and one of its applications into various financial issues. Article provides example from the stock exchange market. Basic history and description of the law is rendered. Further text picks up example from the European Stock Exchange Market. Law is applied on the market prices and conclusions are made in the end of the article.

1. Introduction – Curricular Process

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [12]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1], [2], [6], [9], [13], [14]).

The concept "Curriculum" can be explained as "educational content" (see [10]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism (see [11]).

Succession of Curriculum Transformations within educational and didactic communications **can be called "Curricular Process"**

This Curricular Process is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Instruction project and Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum**)

The Curricular Process of mathematics and economics is also associated with described succession of variant forms of curriculum – conceptual curriculum, intended curriculum, projected curriculum, implemented curriculum, attained curriculum.

The Benford's law and its application to stock exchange market prices is connected with attained curriculum, it is representing the lasting component of the mathematics education from the point of view of logarithmic function application.

2. Benford's law

Let's lay down question, are all data surround as real? Are they altered to somebody else's purpose? These questions point to possibilities of frauds, misleading tax returns, etc. Almost everybody knows causes with Enron, WorldCom, etc. These companies altered figures in financial statements. These are some of examples in which can Benford's law can find its application. Another field of application is in stock market prices, interest, generally speaking in various financial issues. Before placing real example of the proof in conditions of European stock exchange market, history, basics of function and applications related to Benford's law will be presented.

2.1. Who is Benford?

From the beginning humans are interested in exploring. Dated from ancient period philosophers made research how figures works, what relation is between them. Benford's law is one of these rules. We can track basics of this law in 1881 when astronomer Simon Newcomb [16] noticed that logarithm books are on some pages beginning with number 1 more used. Law falls into oblivion. In 1938 law was "resurrected" by american physicist Frank Benford [17]. Formulation of the law, known today, is made by Theodore P. Hill. He formulated formula of the Benford's law and provided proof [18].

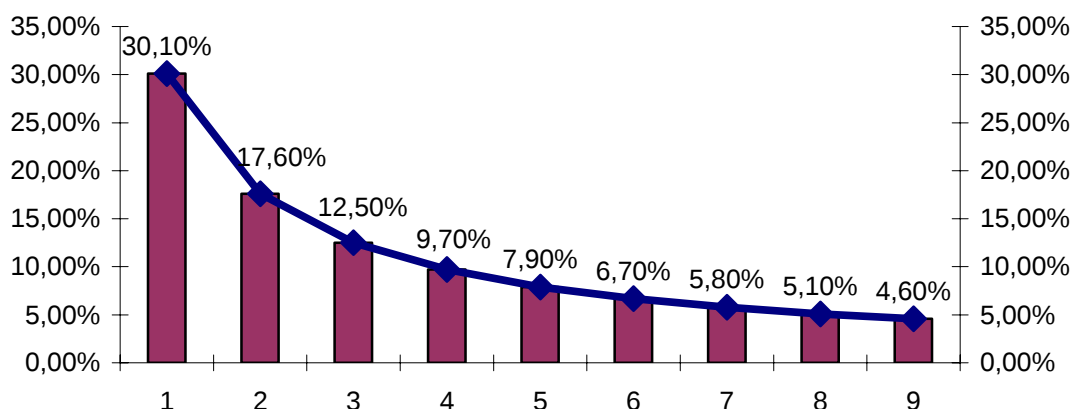
2.2. Rule of the digit one

Benford's law is based on the logarithm and starts with digit one to infinity. In terms of mathematics Benford's law have this form:

$\log_b(n+1) - \log_b(n)$ and is defined, as mentioned, for $n \in \{1, \dots, b-1\}$.

It says that figures beginning with number one will appear in almost one-third from all cases. Figures beginning with number one will have 30, 1% probability of beginning. Figures beginning with number two will have 17, 6% high probability and etc. The following graph shows what probabilities for each digit are. Number one is prevailing and on the other hand number nine has only small probability. For proving it is necessary to have large enough set of data, about 1000 and more.

Benford's law



Picture 1

3. New tool in financial issues

3.1. Applicability of Benford's law

Benford's law can be and is applied in several fields. The most important application is in financial affairs, mostly in preventing frauds, embezzlers, tax evaders, etc. Another applications can be found in physics, day life and medical fields; especially statistical progressing of the data. Example picked up for this article shows only one of its applications.

3.2. Faked or real prices?

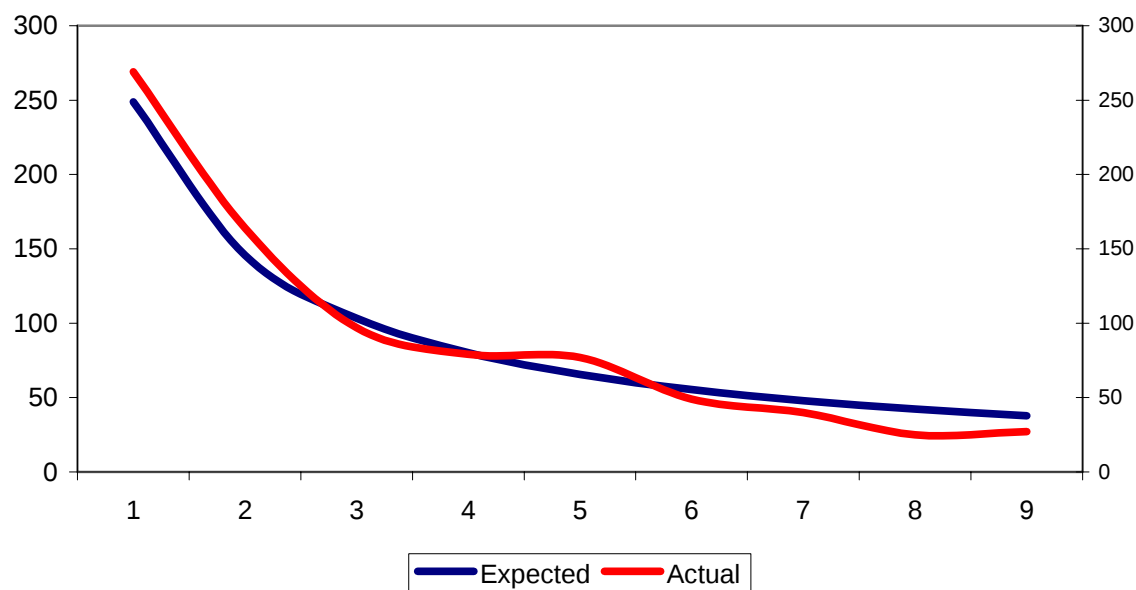
Stocks listed on the European stock exchange market and their prices¹ relate to financial issues Benford's law can be applied and proof that prices of the listed stocks are accurate and are not target of the fraud will be presented. For the experiment was picked 1280 samples. Because Benford's law are defined only for numbers higher than 1, prices beginning with zero must be logically excluded from the calculation. Sample group is high enough to receive relatively accurate results. Results from the calculations are listed below.

Digit	Expected	Actual
1	248,95	269
2	145,63	164
3	103,32	97
4	80,14	79
5	65,48	77
6	55,36	49
7	47,96	40
8	42,3	25
9	37,84	27

Table 1

¹ All data for research were gathered from the www.euronext.com/trader.

Application of the Benford's law



Picture 2

Graph shows two lines, one represents expectation; lower one. Second line represents actual values. At the first glance, actual reflects expectation, so it means that prices of the European stock exchange market are not target of fraud or altering. Somebody more interested, can point out that starting with digit five gaps between curves expected and actual is bigger. For explanation we should not go too far. One explanation is that set of market prices are incomplete but there were some exclusion (market prices beginning with digit zero must be excluded because Benford's law is defined for numbers starting with digit one). The other explanation is there can be some bubble as is not very surprising on the stock exchange or on the other financial markets but not only on these.

The first complication can be fixed by enlarging sample size. But this can be made only to some limitation, because it is not possible to have sample of the market prices 1500 items high. The limitation represents number of issued stocks so increasing sample size depends on the number of newly issued stock titles.

The second problem represents market bubbles, as described. The only opportunity is just to summarize that this happened. On the other hand this can be used in forecasting of the further development; especially in investigating certain title. Every bubble must sooner or later explode. This is not bad tool for forecasting of the development. According to example the bubbles are in case of digit one, three and five. What can be inferred from it? Prices beginning with number five will sooner or later transform to other digit six, seven,... and the shape of the Benford's law curve will return back to expectations. The best example of this is case of digit four; actual curve reflects expected. Development of the digit four is precisely according to Benford's law.

4. Conclusion - What teach us Benford's law?

Benford's law describes characteristics of the numbers from number one to infinity. Its roots reach to the end of the nineteenth century but widespread application is dated to end of the 20th and in the 21st century. Prevailing application is on the field of finance, as example demonstrates. Example represents one of many applications. Proof was performed on the market prices on the European Stock Exchange Market. Development of the prices is almost in harmony and according with Benford's law but some exceptions are revealed. In some digits anomalies occurred. Two explanations were presented with focus on limitation conditions and further benefits. Benford's law, almost neglected law, has a wide application. Nowadays, it finds its role mostly in the financial issues like preventing frauds, etc. It is powerful tool for auditors, tax officers and others. In the future we will hear more and more about it, I guess.

References

- [1] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: Introduction to Theory and methodology of didactics of physics. SPN, Prague, Czech Republic, 1982.
- [2] BROCKMEYER, J.: Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In monograph: "Analytical-synthetic modeling of cognitive structures (Volume 2: Didactic Communication and Educational Sciences)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [3] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Cognitive Structure and Its Analytical-Synthetic Modeling. In monograph: "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 1: Theoretical basis)". The Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, Slovak Republic, 2003. ISBN 80-85456-09-5.
- [4] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Role of analytical-synthetic modeling in education. In monograph: "Didactic communication and educational science (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [5] TARABEK, P.: Levels of internal concept knowledge system. In monograph: "Didactic communication and educational sciences (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [6] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression). Monograph. The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [7] PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P.: Analytical-synthetic model of mathematical integration. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [8] PROCHAZKA, P.: Optimalization of the systemic evidence of returnable packing transport - analytical-synthetic model. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [9] ZASKODNY, P.: Theory of Education Communication and Its Applicability. In: Monograph "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 2: Theory and practice)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2004. ISBN 80-85456-09-5
- [10] PRUCHA, J.: Modern educational sciences . Portal, Prague, Czech Republic, 2005.
- [11] PASCH, M. et al.: Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Portal, Prague, Czech Republic, 2005
Teaching as Decision Making. Longman Publishers. New York, USA 1995
- [12] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Didactic Communication of Physics and Its Applications. In: Mathematics, Physics, Informatics. Vol. 16, 2006/2007, No. 3, No. 4, Czech Republic, ISSN – 1210-1761
- [13] ZASKODNY, P.: Methodology of Forming Didactic System of Physics. Inaugural dissertation. Faculty of Mathematical and Physical Science, Charles University, Prague, Czech Republic, 1984.
- [14] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: To perspectives of didactic system of physics. Mathematics and Physics in School. Final report of research VIII-5-4/2. Cabinet for research of education in physics. CSAV, Prague, 1980
- [15] All data for research were gathered from the www.euronext.com/trader
- [16] SIMON NEWCOMB, Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers, American Journal of Mathematics, Vol. 4, No. 1, pp. 39-40
- [17] FRANK BENFORD, The Law of Anomalous Numbers, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 78, No. 4, pp. 551-572
- [18] THEODORE P. HILL, The first digit phenomenon, American Scientist 86(4), pp. 358

Theory of the Big Numbers and its Application to Lottery Systems

Ing. Miroslav Hudak

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Reviewer: Ing. Karel Strnad, CSc.

College of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Key words

Variant Forms of Curriculum

Curricular Process

Theory of the probability

Theory of the Big Numbers

Bernoulli's equation

Limit functions

Gauss's and equal distribution

Non-parametrical and parametrical testing

Hypothesis H_0 and H_a

Trend analysis

Correlation analysis

Abstract

This article deals with the basics of the theory of curriculum. Basic structures are described. Example presented in the further text represents conceptual curriculum and its application of the statistics education. Lasting education (attained curriculum) is demonstrated on the Theory of the Big Numbers and its application into lottery system. Article is divided into two bigger parts.

In the first part, theory of curriculum and its various forms are rendered. Transformation processes within theory of curriculum are presented.

Second part, attained curriculum and one of its applications are demonstrated. Theory of the Big Numbers and its application into lottery system serves as a demonstrative example. Basics of the theory, adjustments in the distribution, description of the lottery system in the Czech Republic and results from the statistical processing of the data are presented. In the end of the text conclusions are made.

CONTENT

1. Introduction – Curricular Process
 2. Theory of the Big Numbers
 - 2.1 Theory and history
 - 2.2 Normal vs. equal distribution
 3. Application to lottery systems
 - 3.1. Lotto in the Czech Republic
 - 3.2 Can be chances improved?
 - 3.3 Statistical processing
 4. Conclusion - Not this time
- References

1. Introduction – Curricular Process

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [12]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1], [2], [6], [9], [13], [14]).

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” (see [10]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism (see [11]).

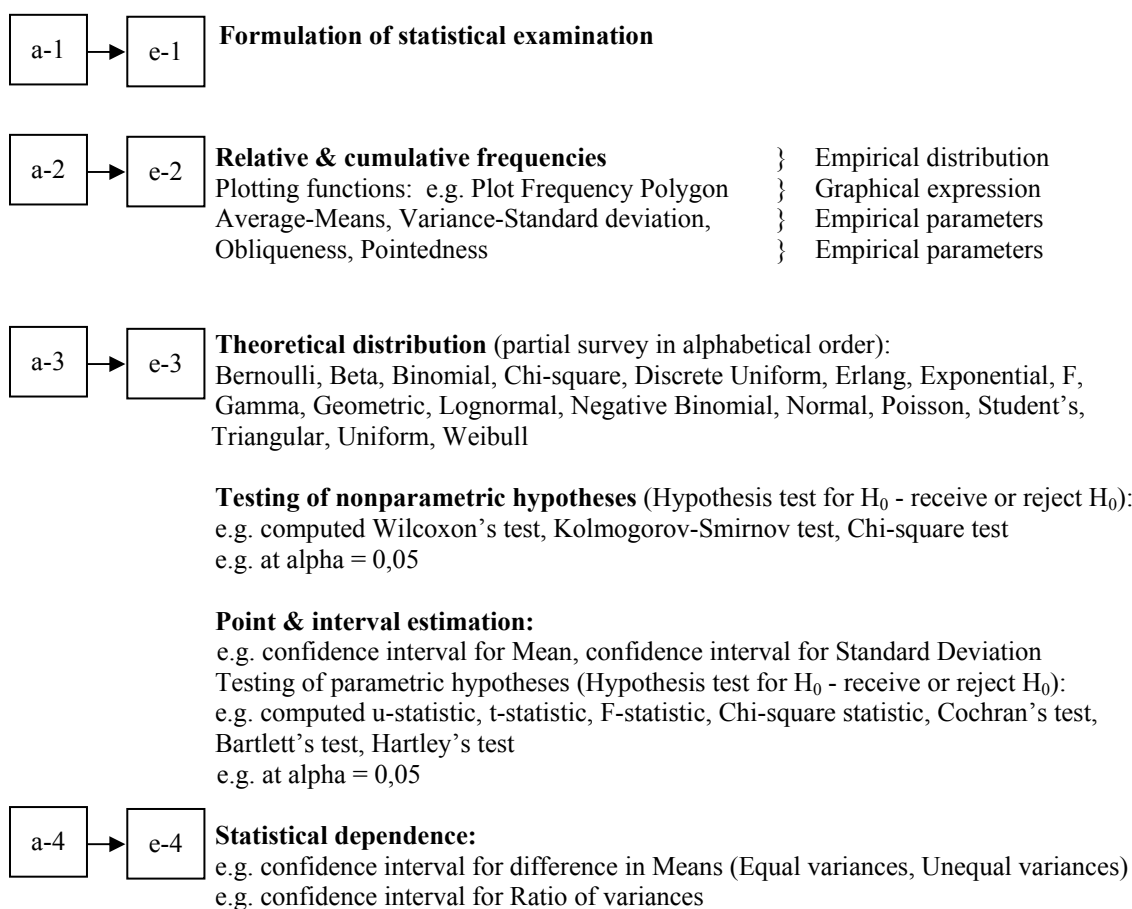
Succession of Curriculum Transformations within educational and didactic communications can be called **“Curricular Process”**

This Curricular Process is as follows from the scheme:

- Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)
- Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)
- Transformation T3: **Intended Curriculum** → Instruction project and Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)
- Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)
- Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum**)

The Curricular Process of statistics is also associated with described succession of variant forms of curriculum – conceptual curriculum, intended curriculum, projected curriculum, implemented curriculum, attained curriculum.

Conceptual curriculum of the **statistical processing** of the data can be described by following schemes (see [3]) and by **model of order of four analytical-synthetic structures of statistics as a whole** (see Fig.1)



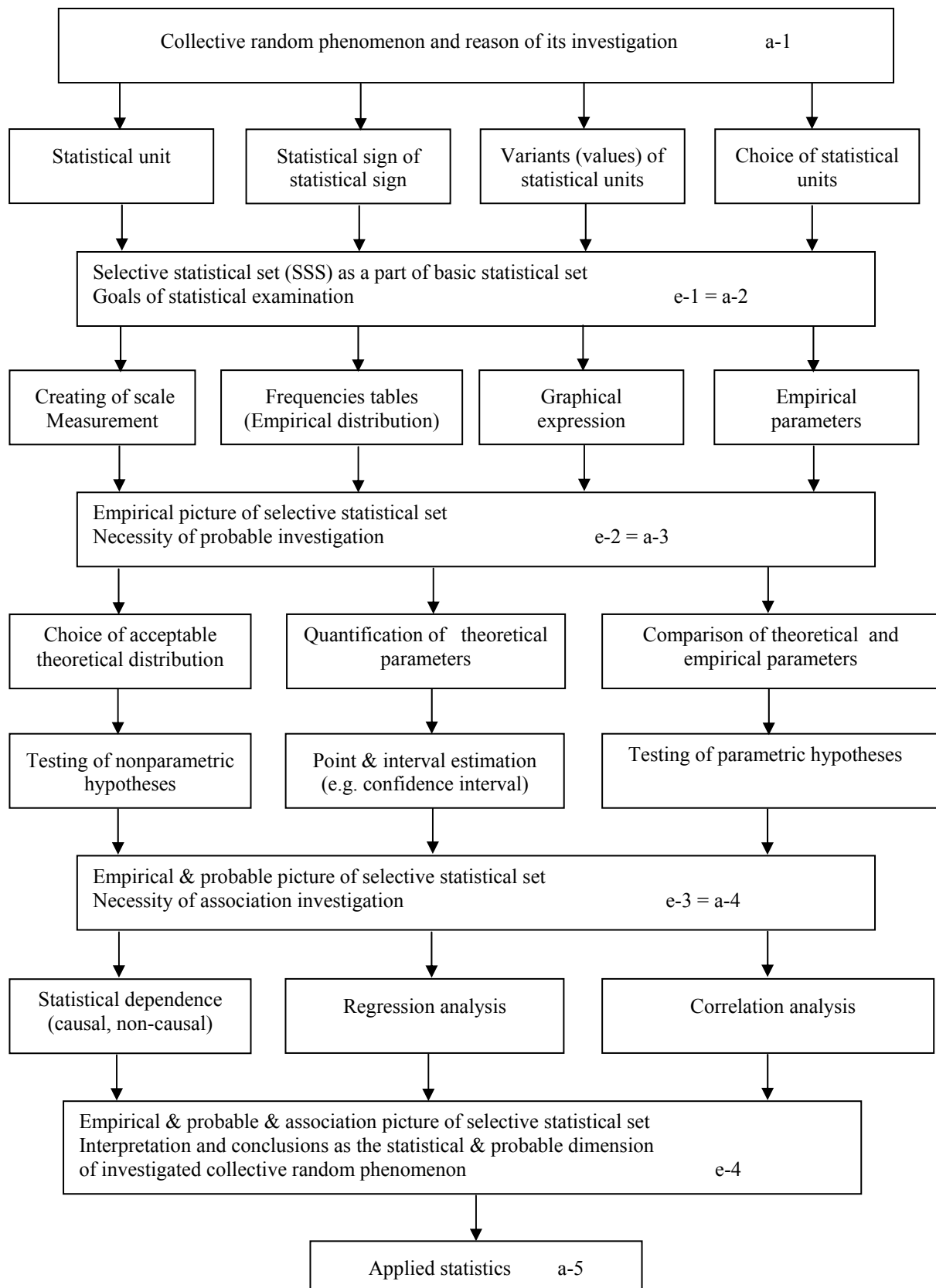


Fig.1 Model of order of four analytical-synthetic structures of statistics as a whole

The Theory of the Big Numbers and its application to lottery systems is connected with attained curriculum, it is representing the lasting component of the statistics education from the point of view of the theory of the probability and its application.

2. Theory of the Big Numbers

Can you imagine winning in the lotto? Is there some ways how to improve chances? These questions are laid down by many people who want to win. Statistics and mathematics as a science has some theories which describe characteristics of the numbers. Lotto itself is based on the Theory of the Big Numbers. This article will deal with; basic principles of the theory, theories related to it and proof of validity will be presented.

2.1. Theory and history

Theory of the Big Numbers is described by several formulas, Bernoulli's equation and Čebyšev's equation; this will be not included in the text. In short, Theory of Big Numbers says, with rising number of the independent random sampling tendency to its middle value is increasing. For mathematical expression, is best to use limits, see formula below.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\bar{x}_n - \mu| \leq \epsilon) = 1$$

Bernoulli's equation comes out from basic formulation and says that the real probability is approaching to its theoretical probability. Bernoulli's equation can be described by limit formula as well, see below. In this formula, X_n can be inferred to middle value after adding X_n/n .

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|X_n - p| < \varepsilon) = 1$$

2.2. Normal vs. equal distribution

Generally, lottery systems, especially lotto, it is necessary to make adjustments to the common used distribution of the probabilities. The most common distribution is Gauss distribution described by gauss's curve, see graph below. For lotto system, it is more appropriate to use equal distribution. Why is it?

In all these systems, all figures have same probability of choosing in random sampling; there is no peak like in Gauss distribution. If does it not work, it will be very easy to calculate, according to little research, which numbers have bigger probability and than make bet on it. This will be fast track to win. In statistics and mathematics, it works not so simply. For example, balls in lotto have same size, weight, shape, etc. So the initial conditions are the same and there is no reason why the sampling should be altered or faked. On the other hand, equal distribution is characterized by horizontal line, and has little different formulas, see below, for more information see various literatures (see [16], [17], [18]).

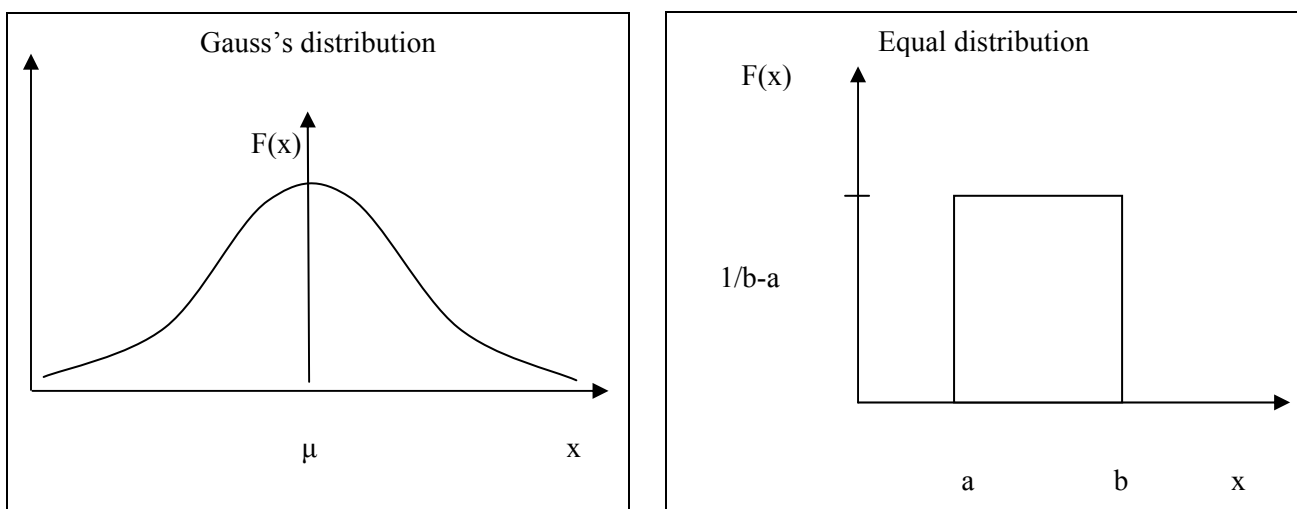


Fig.2 Gauss's distribution, Equal distribution

Equal distribution is defined in interval $-\infty < a < b < \infty$.

Let's see some example, but first it is in the place to add some point to Theory of Big Numbers. Validity of it is approved in long period, years, decades, etc. But is it also valid in the short periods? Essential is to define what are short periods. As a short time periods; days, months, weeks, year etc., can be considered.

3. Application to lottery systems

3.1. Lotto in the Czech Republic

Example, mentioned above and in the introduction, comes from very common dream of all people in the Czech Republic, but not only there. It is winning in Sportka. Sportka is one type of the lottery games. Basic rule for winning is to guess six from seven numbers withdrawn from "jar". Sportka is based on the random withdrawing of the numbers. What more, in each day two sets of numbers are picked up. The opportunity to win is twice in a week; Wednesday and Sunday plus in each day twice because of two sets of numbers.

3.2. Can be chances improved?

It is hard to say directly if yes or not. Look at the next example. Proof of functioning is made for Sundays. Data¹ are from the period 1977 – 2002 of the Sunday's withdrawness. Two yearly samples were chosen by random sampling without repetition. One sample is from first set of numbers and second one is from the second set. The aim is to prove whether theory is valid or not. Correlation between sample's groups will be also tested. In the next text results from statistical processing will be shown.

3.3. Statistical processing

Statistical processing consists of two main stages; exact steps are described by picture 1. First stage is empirical research. Second one is mathematical modeling or mathematical statistics. Each stage has its distribution; empirical has empirical and mathematical has theoretical distribution. In the first stage, basic data are calculated; arithmetic mean variance and standard derivation, in other words middle value and risk, detailed data are listed below.

Empirical statistics (empirical testing)		
	Sunday 1979	Sunday 2000
Arithmetic mean	24.673	26.16
Variance	213.47	202.49
δ	14.61	14.23

Table 1

Statistical processing is a complex, as shown in the picture 1, and it's necessary to calculate theses data to advance into next steps, to mathematical statistics. In the second stage, as described, we approach to mathematical statistics which includes testing several hypothesis and performing trend analysis and correlation analysis. Books distinguish this stage into several phases, non-parametrical testing and parametrical testing. Trend and correlation analysis follow after parametrical testing. The basic message of non-parametrical testing is to lay down hypothesis, if the distribution corresponds with expectations. Generally there are two hypotheses H_0 and H_a . First one says it corresponds and the second says opposite. Parametrical testing deals with if the numbers are from the same source. Again two hypotheses are laid down, H_0 and H_a . They have the same interpretation like in non-parametrical testing. Final phase is trend and correlation analysis. This has essential influence not only in case of testing of the Theory of Big Numbers. Its application is also in real economic life, such as planning processes and computing of the development of the various economics indicators. Now back to the Theory of Big Numbers. Table and chart below shows results from all there phases of mathematical testing. Before beginning with testing, it is necessary to set level of dependence. In this case α equals to 0.05.

¹ All data are used for purpose of this article are from the company's pages <http://www.sazka.cz/hry-a-loterie/sportka/vysledky/aktualni-losovani.php>. This section is accessible to all.

Mathematical statistics (theoretical testing)		
	Sunday 1979	Sunday 2000
$H_0: \rho(x)=1$	Hypothesis H_0 is excepted	
$H_a: \rho(x) \neq 1$		
$E(X)$ - arithmetic mean	25	
$D(X)$ - variance	192	
$H_0: \mu_1 = \mu_2$	Hypothesis H_0 is excepted	
$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$		
μ_1	24.673	
μ_2	26.16	
u_{exp}	-1.39	
u	1.645	
$W (-\infty, -u)$	$(-\infty, -1.645 >$	
Curve	$y=0.21x + 0.28$	$y=0.228x + 0.23$
Correlation	0	0

Table 2

In the non-parametrical testing hypothesis H_0 is accepted. The reason is that product equals to number one, formulas for equal distribution and out coming explanation are listed in appropriate literature. Parametrical testing was performed with usage of two-stage gauss's test known as u-test. The result is acceptance of the H_0 , because u_{exp} is not a member of set of the critical numbers W . What remains is trend and correlation analysis. According to equal distribution, result's curve should be horizontal curve. Is it really so? Not at all. Curves have form of line but not horizontal. These lines are slightly increasing, see graph below. What about correlation? Unfortunately, correlation was not proved. Each set of numbers is unique.

Trend analysis for Sunday's withdrawnness

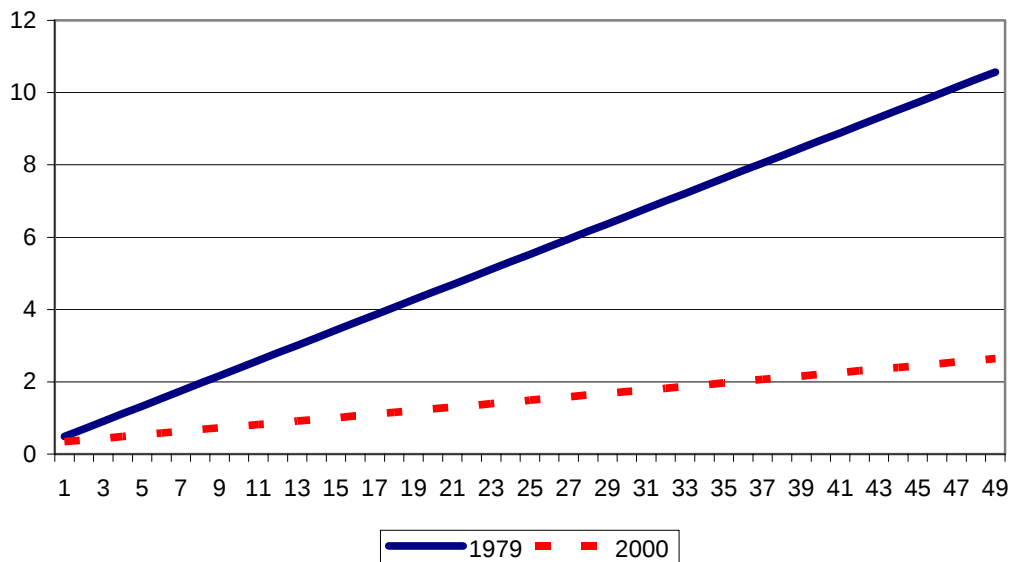


Fig. 1

But what is interesting is the development of the curves. Curve for year 1979 shows considerable increasing trend. According to it, it can be inferred that higher figures have bigger chance for withdrawing. In year 2000, trend is not so dramatic and curve becoming more flat. Still higher figures have higher chance. Why is it possible? The main reason is that set of the numbers is not big enough like in year 2000. The question is why there are certain

figures which have bigger chances of withdrawing? Let's see one more graph which shows frequencies for each figure withdrawn in year 1997 – 2002 including.

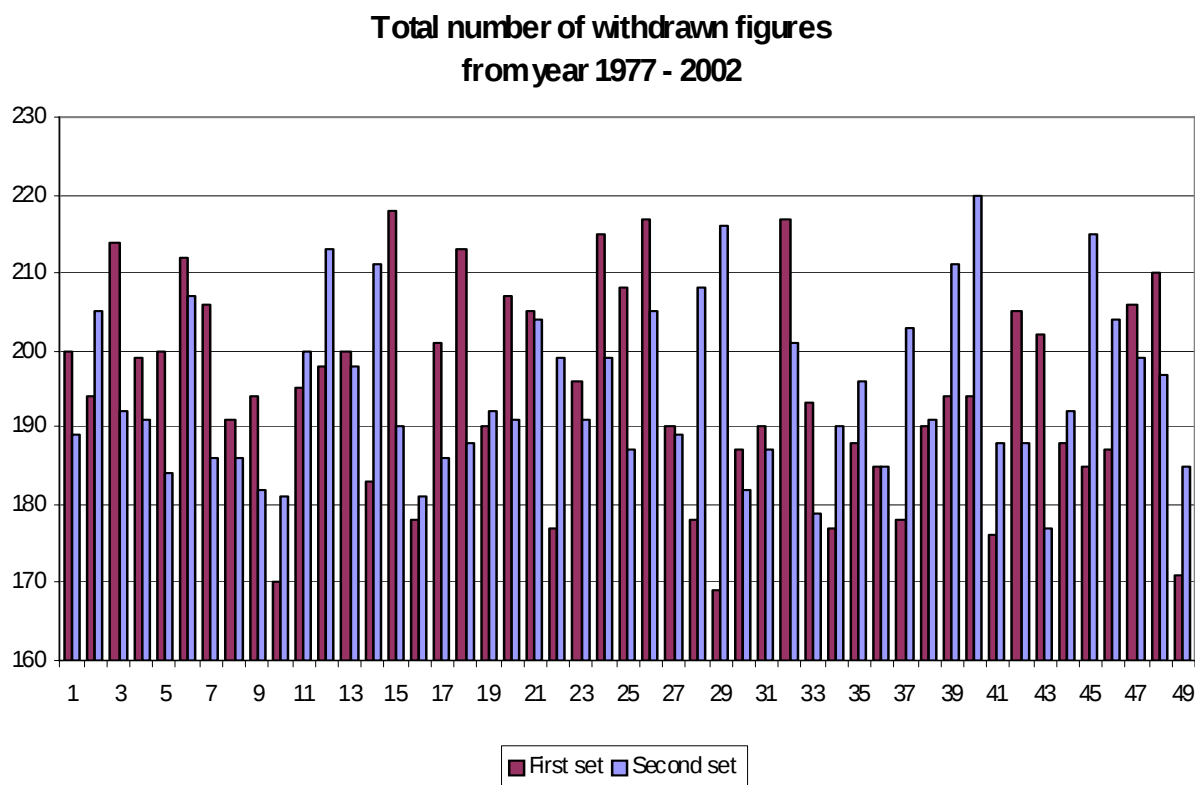


Fig. 1

At the first glance, it is certain that some figures really show higher probability of withdrawing. So the question is if exists some tool which can be used for improving chances of winning in lottery. Probably not. With increasing sets of numbers curve is being more and more flat, as shows trend analysis of year 2000. If we will take set of numbers, for example from hundred years, we can assume that curve will be flat and correspond with equal distribution.

4. Conclusion - Not this time

Theory of the Big Numbers is fascinating. Lottery systems around the world are based on it, but not only lottery systems. One example from the environment of the Czech Republic was presented. Results show that lottery system in the Czech Republic is really based on the equal distribution. With rising set of numbers, results are more and more approaching to it. It was proved that there is no correlation between years which unfortunately can not improve chances of winning in Sportka. For the more accurate conclusions, much bigger set of numbers is needed. But what is essential is that Theory of Big numbers is valid in short period; year period. There are still some questions which need to be answered about Theory of the Big Numbers and more research can be done. Hopefully, somebody may find a tool which can improve chance of winning or not?

REFERENCES

- [1] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: Introduction to Theory and methodology of didactics of physics. SPN, Prague, Czech Republic, 1982.
- [2] BROCKMEYER, J.: Kommunikationsauffassung der Physikdidaktik. In monograph: "Analytical-synthetic modeling of cognitive structures (Volume 2: Didactic Communication and Educational Sciences)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X

- [3] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Cognitive Structure and Its Analytical-Synthetic Modeling. In monograph: "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 1: Theoretical basis)". The Educational Publisher Didaktis Ltd., Bratislava, Slovak Republic, 2003. ISBN 80-85456-09-5.
- [4] VAN DEURSEN, J., ZASKODNY, P.: Role of analytical-synthetic modeling in education. In monograph: "Didactic communication and educational sciences (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [5] TARABEK, P.: Levels of internal concept knowledge system. In monograph: "Didactic communication and educational sciences (Volume 2)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2002. ISBN 80-85456-77-X
- [6] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression). Monograph. The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [7] PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P.: Analytical-synthetic model of mathematical integration. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [8] PROCHAZKA, P.: Optimalization of the systemic evidence of returnable packing transport - analytical-synthetic model. In: Monograph "Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [9] ZASKODNY, P.: Theory of Education Communication and Its Applicability. In: Monograph "Structure, Formation and Design of Textbook (Volume 2: Theory and practice)". The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, Slovak Republic, 2004. ISBN 80-85456-09-5
- [10] PRUCHA, J.: Modern educational sciences. Portal, Prague, Czech Republic, 2005.
- [11] PASCH, M. et al.: Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Portal, Prague, Czech Republic, 2005
- Teaching as Decision Making. Longman Publishers. New York, USA 1995
- [12] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Didactic Communication of Physics and Its Applications. In: Mathematics, Physics, Informatics. Vol.16, 2006/2007, No.3, No.4, Czech Republic, ISSN – 1210-1761
- [13] ZASKODNY, P.: Methodology of Forming Didactic System of Physics. Inaugural dissertation. Faculty of Mathematical and Physical Science, Charles University, Prague, Czech Republic, 1984.
- [14] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: To perspectives of didactic system of physics. Mathematics and Physics in School. Final report of research VIII-5-4/2. Cabinet for research of education in physics. CSAV, Prague, 1980
- [15] All data for research were gathered from the www.sazka.cz/hry-a-loterie/sportka/vysledky/
- [16] M.G. BULMER, Principles of statistics, Oliver and Boyd, Edinburgh 1967, 2nd Ed.
- [17] NAVARA, MIRKO, Pravděpodobnost a matematická statistika, Nakladatelství ČVUT, Praha 2007, Vyd. 1, ISBN 978-80-01-03795-9
- [18] KRIŠTÁK, MILAN, Matematická statistika, [Diel] 1, Základy teórie pravdepodobnosti, Slov. Vysoká škola technická, Stavebná fakulta, Bratislava 1983, 2. vyd. 1. dotlač

PROSOCIAL BEHAVIOUR IN VOLUNTEERS

This study has been made possible through GAČR project No. 406/06/0861, entitled “Prosocial Behaviour: Examining the Concept with a Particular Focus on Altruism, Affiliation, and Empathy”

Assoc.Prof.Helena Zášková, CSc.

University of Ostrava, Czech Republic

University of South Bohemia, Czech Republic

Reviewer: Prof. Karel Paulík, CSc.

University of Ostrava, Czech Republic

Abstract

Prosocial behaviour, in relation to altruism and empathy, constitutes undoubtedly one of the main preconditions for performance within helping profession. The term “prosocial behaviour” is narrower than the general term “helping”. Prosocial behaviour stands for such behaviour, the aim of which consists in improvement of situation of another person. The helper is not obliged to provide help on the base of his profession, and the help recipient is not an institution or organization but an individual.

The readiness to engage in prosocial activities in longer perspective finds its expression in volunteerism. Volunteerism constitutes the basic building element of civic society, it helps preserving and strengthening such human values as sociability, interest in others and service to others.

The problem of prosocial behaviour in volunteers is investigated in the light of curriculum process of psychology.

Key Words

Curriculum Process, Conceptual Curriculum, Prosocial Behaviour, Volunteerism, Motives of Volunteerism, Social Standards and Their Regulating Influence, Research and Its results

CONTENT

Introduction – Classification of Solved Problem in the Light of Curricular Process

Introduction – Delimitation of Investigated Problem

Motives of volunteer activity

Regulating influence of social standards

The aim of research

Methods

Research set

Results, Summary of results

Literatura

Introduction – Classification of Solved Problem in the Light of Curricular Process

Comparison carried out in the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ (see (8)) has enabled, gradually, to join together the results of transformations T1 to T5 with the selected variant forms of curriculum as follows:

- a) The result of transformation T1 (scientific system of psychology in the light of its communicability) may be expressed by variant form “conceptual curriculum”
- b) The result of transformation T2 (didactic system of psychology) may be expressed by variant form “intended curriculum”
- c) The result of transformation T3 (instruction project of psychology, above all textbook and preparation of teacher for instruction) may be expressed by variant forms “projected curriculum” and “implemented curriculum-1”
- d) The result of transformation T4 (foreknowledge and further results of psychology schooling) may be expressed by variant form “implemented curriculum-2”
- e) The result of transformation T5 (permanent component of education and its applications as effects of psychology schooling) may be expressed by variant form “attained curriculum”

Among the conclusions of the 1. volume of monograph „Educational and Didactic Communication, Vol.1 – Theory“ the implementation of concept “curricular process of psychology“ as succession by transformational way concurring variant forms of curriculum belongs. The next conclusion is detection thus by transformational way introduced concept “curricular process” in essence eliminates “a gorge” among the conceptions of curriculum with them is separately worked in Anglo American publications. The last conclusion is afterwards the assumption the curricular process of psychology as another denomination of didactic communication of psychology enable to explore the curricular processes, for example, economics, mathematics, chemistry, biology as school subjects.

The investigated problem of prosocial behaviour in volunteers, from the point of curricular process of psychology, can be examined as a part of transformation T1 between scientific system of psychology and conceptual curriculum of psychology.

Introduction – Delimitation of Investigated Problem

Prosocial behaviour, in relation to altruism and empathy, constitutes undoubtedly one of the main preconditions for performance within helping profession. The term “prosocial behaviour” is narrower than the general term “helping”. Prosocial behaviour stands for such behaviour, the aim of which consists in improvement of situation of another person. The helper is not obliged to provide help on the base of his profession, and the help recipient is not an institution or organization but an individual. Altruism specifies help even more, the helper’s action is motivated first of all by empathy. (Bierhoff, 2006 p.332.)

Current social psychology distinguishes three types of helping:

1. Intervention in urgent situation, e.g. helping to a victim of violence or accident.
2. Organizational helping, e.g. offering help at the boss' demand within a working organization.
3. Sharing of gift resources, e.g. donation of money for charity purposes.

The readiness to engage in prosocial activities in longer perspective finds its expression in volunteerism. Volunteerism constitutes the basic building element of civic society, it helps preserving and strengthening such human values as sociability, interest in others and service to others. One of civic virtues, charity, as help to socially weak individuals is considered a significant part. Volunteerism is implemented in two forms:

- a) Voluntary civic assistance, oriented predominantly on broader family and neighbours, in form of reciprocal services, but also help to other persons in a community (daily centre for seniors etc.).
- b) Mutually beneficial volunteerism – takes place within the community, e.g. in a sports club or amateur gardener association established in the community.

The borders between the two above mentioned types of volunteerism are not accurate, voluntary help often penetrates both forms. It is based on the readiness of the volunteer offering his time and energy for the benefit of others, without expecting secondary advantages or profit.

Volunteerism has been regulated by Act 198/2002 Coll. of volunteer service since 2002. It defines volunteer activity as follows:

help to unemployed, socially weak persons, handicapped persons, seniors, members of national minorities, immigrants, persons after sentence of confinement, drug addicted persons, persons suffering from domestic violence, as well as help with care for children, youth and families in their leisure time,

help at natural, ecological or humanitarian disasters, at protection and improvement of environment, at care for preservation of cultural heritage, at organizing cultural or fund-raising charity actions for persons stated under letter a), or

help at implementing development programs and within operations, projects and programs of international organizations and institutions, including international non-governmental organizations.

Volunteer activity is mostly organized by volunteer centres and non-governmental non-profit organizations, so that the help recipient can completely rely on it in the agreed scope, time and place. The best known non-profit organizations in the Czech Republic are the Výbor dobré vůle - Nadace Olgy Havlové (Committee of Good Will – Olga Havlová Foundation), Český Červený kříž (Czech Red Cross), Fond ohrožených dětí (Fund of endangered children), Nadace člověk v tísní (Foundation human in strait). Further, they include civic associations including societies and clubs, purpose facilities of churches, e.g. Charity of the Czech Republic, and quasi-public societies.

Motives of volunteer activity

For most individuals, volunteer activity has its importance particularly in the fact that they can self-fulfil in it, strengthening their own self-confidence. E.g. when long-term unemployed started to engage in volunteerism, they felt useful for others and regained the desire to seek new possibilities of self-fulfilment. Feelings of hopelessness, guilt and reduced self-value as accompanying experiences of unemployment arranged themselves.

Obtaining new experience, contacts, but also friends is motivating. Volunteerism develops abilities, new skills necessary for helping. Last but not least, voluntary activity is a meaningful fulfilment of leisure time; the achieved feeling of usefulness has motivating strength, e.g. in women in pension age with grown-up children.

The motives of individual volunteers are not necessarily unambiguously positive and they do not necessarily prefer the benefit of others. The negative ones include e.g.: rise of feeling of own importance, deficit of self-respect together with the wish to meet even more miserable people, domineeringness, effort to dominate and control others. Helping behaviour can also serve to steady the disturbed mental balance in consequence of an unsolved or unsolvable personal problem. In this connection, the “syndrome of helper” (Matoušek et al. 2003) should be mentioned, which is based on a specific narcissistic disturbance. The volunteer solves, mostly unknowingly, his early traumas of refused child, unsatisfied desire for recognition, gratefulness and admiration through helping.

In all these cases, helping covers the actual motivation. If the undesirable motive is strong, it can damage both the client and the interpersonal relationships in the volunteer team.

Regulating influence of social standards

The source of prosocial behaviour and altruism in any given situation can consist of cultural standards, which become conviction and moral principle through interiorization in the process of socialization and enter into individual decision making about the way of action. (Výrost, Slaměník, 1997, 1998)

Social standards are culturally conditioned because they constitute a part of the social system of the society. They represent regulators determining which type of behaviour is correct in any given situation. they determine how the specific activity is to be performed, which variants of behaviour are acceptable and which are unacceptable and under which conditions this or that can be done.

The knowledge of influence of social standards on individual decision making was included into the well-known altruism model by the world-famous psychologist Shalom H. Schwartz with his collaborators (Schwartz, 1977,

Schwartz, Howard, 1981). He understands altruism as “motivated by personal (contrary to social) standards based on own internalized values and supported by self-reward and self-punishment“.

Common characteristic to all standards is the fact that they serve to preserve the society, the member of which is the respective individual, and that they provide for interests of all members in certain proportions. Generally binding standards include those prohibiting activities leading to damage other people and on the contrary ordering activities leading to benefit and protection of interests of the other, his defence and development. They include: a) standard of social solidarity and b) standard of social responsibility.

Ad a) All human cultures evaluate positively helping to others. The standard of solidarity is universally valid, although it can be restricted by certain regulatives, e.g. by caste differentiation, in different societies. The general principle to help those who have helped us (Staub 1978) acts regardless of whether the good is a gift, service or help in oppressive situation. The standard of solidarity can be implemented also by awarding regard and social statute to the "help donator" in form of honour, public acknowledgement, working promotion etc. (see e.g. Van Vugt, et al., 2006).

Ad b) The standard of solidarity is complemented by the standard of social responsibility ordering care for the weak, helpless who are not able to master their own situation and to repay the “good” already received. This standard includes the order to help the weaker ones: physically, economically, psychologically children, ill, handicapped, abandoned persons and other persons who find themselves in sudden distress. The order to help is often a component of different moral systems. The rules of justice support altruistic exchanges by prescribing how rare resources and goods should be distributed among the group members. It is generally recognized for example that rich individuals in the group should contribute more to general good than the poor ones – in modern society, this principle is enforced through the progressive tax system (Van Vugt, Van Lange, 2006).

Besides the standard of social responsibility and solidarity, the readiness to help is influenced by ideas of fairness. In accordance with the idea of fairness, prosocial behaviour seems morally binding and adequate in specific constellations. Each of the following ideas of fairness and of principles of distribution (Müller and Hassebrauck, 1993) has certain implications, e.g. for the decision whether you help a person to get out of a distress situation he has brought on himself:

according to the standard of equity, everybody can require proportionally so much as he has contributed by his own performance (principle of contribution),

according to the standard of equality, each shall receive the equal amount, independent from the volume of his contribution (principle of parity),

the level of need of the individual, which has been originated e.g. by current distress situation, crisis or special circumstances can be also evaluated as the decisive criterion for allocation (principle of need).

Interpersonal relationships, which are created according to the standard of equity (exchange relations) are nearer to helping behaviour when reciprocity (i.e. reciprocal giving and taking) is expected, thus when the help recipient can prospectively repay the help and it can be expected that he will do it. On the contrary, prosocially motivated relationship reflect rather the standard of equality or the principle of need. Prosocial behaviour helps here the solidarity and cohesiveness, it follows the welfare of the other person, although no reciprocal service can be expected (Bierhoff, 1994).

As it has been already said, the decision to help is made on the background of activated standards. The personal standard of prosocial standards is activated by a number of personality and situation factors, including the belief of the possibility to control events. Interviews with persons who saved Jews from Holocaust (Oliner and Oliner, 1988) during the World War II in spite of their own extreme danger show high standards of altruistic moral ideas anchored in the families of the saviours. Besides, those persons showed high degree of internal locus of control, i.e. the belief that they can influence the relevant life aspects by themselves and that they are influenced less by other persons or by the fate (which corresponds to external locus of control). The internal locus of control obviously gave the persons the courage to perform altruistic actions evaluated almost as hopeless and extremely dangerous.

In this context, also the concept of J. Reykowski(1979) should be mentioned, which distinguishes ego-centric and alo-centric motivation, where the "category of own good" includes not only the own physical organism, but also other people, the more of them, the more similar and nearer they are – according to the degree of psychological distance. A person in such concept can care for the good of his neighbours without knowing them personally or for an individual of the same nationality, class or defender of the same ideology. The motivation can be based on cognitive maps, on the tension between cognitive distances and on the structure of the own Self – “generalization

of own standards”. This phenomenon called “pure altruism” is based on the fact that the level of influence of the needs of other people on the subject’s behaviour is the lower, the more distant such persons are from the “Self”.

Helping others in need (ill, poor, lonely persons etc.) is a substantial characteristic of **Christian ethics** – according to the biblical standard: “love your neighbour as yourself”. The connection of altruism and moral attitudes can be observed in different religious doctrines, besides the above stated Christianity also e.g. in Buddhism where a person who has made experience with God’s love participates in it particularly by his own love towards other person. (Říčan, 2002).

Prosocial behaviour is inseparably connected with **empathy**, situated in current psychology into narrow relation to two mutually related human abilities, i.e. to cognitive empathy (adoption of mental perspective) and emotional empathy (mediated by shared emotions).

In cognitive concept, it is understood for example as act of construction of mental conditions of others as well as intellectual or imaginative understanding of conditions or statuses of mind of others. Significant authors who have elaborated such concept of empathy are e.g. G. H. Mead, R. Hogan. In emotional concept, it can be defined e.g. as affective response that corresponds more to the situation of another person than to the own situation. Significant representatives of this concept are authors like e.g. E. Stotland, A. Mehrabien, N. Epstein, N. Eiseberg, J. Strayer, M. L. Hoffman.

Multidimensional concept of empathy was created by M. H. Davis (1980, 1983, 1996). According to this author, empathy includes both cognitive and emotional elements in four basic components. They are: 1) perspective taking in the sense of the tendency to adopt the perspective of others, which is based on non-egocentric thinking, 2) empathic concern including feelings of sympathy and interest in distress of others, which is shown in altruistic behaviour, 3) fantasy as the tendency to transfer oneself into the feelings and actions of fictive figures in books, plays and films and 4) personal distress reflecting the level of feelings of anxiousness and uneasiness oriented on oneself in intensive interpersonal situations.

RESEARCH AIM, METHODS, SET

The aim of research consisted in ascertaining the level of selected personality characteristics in volunteers. They were personality characteristics expected in this population group in increased level. The tasks were particularly as follows:

1. Ascertain the level of kindness, good-heartedness, tolerance and also moral characteristics like sincerity, including their negative antipole, i.e. the effort to dominate others, aggressive displays expressing excessive assertion at the expense of others.
2. Ascertain the degree of empathy, understood as sensitivity and understanding of the subject towards mental conditions of other persons like the basic condition of interaction among people and interpersonal relationships.
3. Ascertain the degree of religiousness, which shows by Christian values including altruism in attitudes and behaviour.

Methods

a) The data collection was performed in three questionnaire methods based on the technique of introspective statements.

The first questionnaire, NEO (by authors P. T. Costa and R. R. McCrae in translation by M. Hřebíčková and T. Urbánek, 2001) is based on the five-factor personality model, Big Five. It measures personality features as relatively permanent characteristics shown in the way of thinking, experiencing and performing activities by which people mutually differ. They are: neuroticism, extraversion, openness towards experience, kindness and conscientiousness. The questionnaire included 60 items in which the respondents performed self-evaluation on Likert scale from 0 to 4 points. Only data of one of the five factors, the kindness factor have been used for this study.

Also the multidimensional scale by M. Davis (1980, 1983) called Interpersonal Index Reactivity - IRI, in translation by Z. Mlčák was used to measure the level of empathy. The scale included 28 items, 0-4 points could be achieved for each item.

The third questionnaire, of own construction, ascertained the religious life of the respondents in the sense of interior personal attitude with the help of nine questions. The self-evaluating Likert scale included a range from 0 to 4 points.

b) The research data were processed with the help of the methods of descriptive and mathematical statistics, T-test and F-test according to usual formulae.

Research set

The research set consisted of 59 volunteers from Charity Ostrava and Charity České Budějovice. With regard to gender, the set included 55 women and 4 men in an age range from 21 to 46 years. We did not deal with gender characteristics at processing the research data, because of low representation of men. Average age corresponded to 29,5 years.

RESULTS

Level of kindness

The statistical average of the personality feature of kindness of the volunteers is higher, in comparison with statistical average for the given population standard. The average value found out by us equals 32,46, exceeding slightly the table value which is 30,0. This difference is statistically significant at a 5% level of significance at using the T-test.

Level of empathy

The statistical average of empathy corresponds to the zone of the broader population average in the set of volunteers. The average value of $M = 64,8$, found out by us, exceeds the table average ($M = 62$), but not the decisive deviation. This difference is statistically significant at 5 % level of significance at using the T-test.

As for the distribution of relative frequency of the level of empathy in the set of volunteers in percentage, none of the respondents has entered the zone deeply below average and highly above average; 3,9 % of the volunteers were classified in the category of above-average empathic individuals, 86,3 % in the category with average value and 9,8 % above average.

Level of religiousness

The average values of religiousness oscillated mostly in the zone of broader average, or possibly in the slightly negative part of the scale.

The relative frequencies of level of religious orientation in the sense of belief in God were represented unevenly on the scale used. Most respondents (49,2 %) scored with average values; only 2,4 % were placed in the zone slightly above average, 32,0 % in the zone slightly below average and 16,4 % in the zone strongly below average.

Summary of results

1. The volunteers show slightly above-average level of kindness compared with the population average. Their interpersonal orientation is typically characterized by altruism. They feel understanding and comprehension towards others, express favour to them, behave kindly and affably to them. They have confidence in others and prefer cooperation to competition. Characteristics like e.g. cruelty, suspiciousness, rejection of cooperation, vindictiveness and heartlessness can be seen only rarely in them.

2. The volunteers as a whole dispose of slightly above-average level of empathy. Increased level of empathy ranks undoubtedly among positive and expected results. One of recent studies (Z. Mlčák, A. Kubicová, 2006) states that elements of market principles are gradually introduced into the approach to clients called “new managerism” within social services and, together with it, also methods of management typical for business. That can lead to alienation between the helper and the client. Excessive stress on standards and competences is related with “superficial, practistic, atheoretical” activity (p. 412). The inquiry performed by Z. Mlčák (2005) showed that, besides the result of interaction with the social service worker, also the way of interaction and also the related personality characteristics of the social worker perceived by the client, e.g. kindness, openness, conscientiousness and emotional stability are very important for the clients.

From this angle of view, the significance of volunteers as workers providing services who do not build on manager procedures and fulfill the legacy of C. R. Rotgers in empathic, kind approach to the client, accentuating

the central role of the client; C. R. Rotgers considers such approach one of the key moments of helping relationship.

In traditional spirit, empathy is usually understood as (Z. Mlčák, 2004) inborn human characteristic that cannot be learned completely from the foundations where basic preconditions are missing. But it can be developed as a program and applied in contact with people as a useful base for interaction with the client.

3. The volunteers show slightly below-average level of religiousness. The variability of individual data found is high; the data found do not have character of normal distribution in accordance with Gaussian curve, oscillating more often between average and below-average values.

Christian values and belief in God do not play the role of stimulator of prosocial behaviour and altruism in most volunteers; they are not included among factors activating personal standard of prosocial standards. This result ranks among the less expected, particularly because the respondents are volunteers of Charity, i.e. Church organization. The prosocial behaviour of the volunteers from this research cannot be termed "Christian altruism" in a big part of the respondents. This type of altruism, influenced by Christian moral doctrine, considers doing good a Christian duty. The respondents dispose rather of normative altruism (the need to create rules and standards terming charity as desirable model of human behaviour), or possibly emotional altruism. In this form of altruism, the individual understands helping as a good thing in the relation towards other people and is lead to it by emotional sympathy and compassion.

Conclusion

This study brings only a sector of the results of an extensive research focused on helping professions. Prospectively, other personality characteristics will be compared in order to understand more deeply the prosocial behaviour and altruism in human.

References

- Bierhoff, H.W. (2002). *Prosocial Behaviour*. New York: Taylor & Francis.
- Bierhoff, H.W. (2006). *Prosociální chování*. s. 331 - 362. In: Hewstone, M., Stroebe, W. (Eds.): *Sociální psychologie*. Praha: Portál.
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *SAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 10, 85.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in Empathy: Evidence for multidimensional approach. *Journal of Personality & Social psychology*, 44, 115-126.
- Davis, M. H. (1996). *Empathy: A social psychological approach*. Oxford: Westview.
- Hřebíčková, M., Urbánek, T. (2001). *NEO pětifaktorový osobnostní inventář (podle NEO Five-Factor Inventory P. T. Costy a R. R. McCrae)*. Praha: Testcentrum.
- Gjuričová, Š., Kubička, J. (2003). *Rodinná terapie*. Praha: Grada.
- Matoušek, O. a kol. (2003). *Metody a řízení sociální práce*. Praha : Portál.
- Mlčák, Z. (2004). Základní psychologické aspekty sociální práce: afiliace, empatie a prosociální chování, *Acta Facultatis Philosophicae Universitatis Ostraviensis*, Ostrava: FF OU, 212, 9, s. 5 – 27.
- Mlčák, Z. (Ed.) (2005). *Profesní kompetence sociálních pracovníků a jejich hodnocení klienty*. Spis Filozofické fakulty Ostravské univerzity č. 158/2005. Ostrava: FF OU.
- Mlčák, Z., Kubicová, A. (2006). K pojetí klienta v sociální práci: manažerismus nebo humanistický přístup? In: Smutek, M., Kappl, M. (Eds.) (2006). *Proměny klienta služeb sociální práce*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Mlčák, Z., Záškodná, H. (2006). Altruistická motivace, emocionální empatie a afiliace u vysokoškolských studentek sociální práce. In *Sborník prací FF OU: Psychologie / filozofie / sociologie*. Ostrava: FF OU.
- Oliner, S.P., Oliner, P.M. (1988). *The altruistic personality: Rescuers of Jews in Nazi Europe*. New York: Free Press.
- Penner, L. A. and Finkelstein, M. A. (1998). Dispositional and Structural Determinants of Volunteerism. In: *Journal of Personality & Social Psychology*, 74(2), 525-537.

- Reykowski, J. (1979). *Motyvacja, postawy prospołeczne a osobowosc*. Warszawa: PWN.
- Říčan, P. (2002). *Psychologie náboženství*. Praha: Portál.
- Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. In L. Berkowitz (Ed.). *Advances in experimental social psychology* (Vol. 10, 221-279). New York: Academic Press.
- Schwartz, S. H. Howard, J. A. (1981). A normative decision - making model of altruism. In: Bierhoff, H.W. (2002). *Prosocial Behaviour*. New York: Taylor & Francis.
- Staub, E. (1978). *Positive social behaviour and morality*. New York: Academic Press. In: Bierhoff, H.W. (2002). *Prosocial Behaviour*. New York: Taylor & Francis.
- Šormová, L., Klégrová, A. (2006). *Dobrovolnictví*. Praha: Vzdělávací institut ochrany dětí.
- Van Vugt, M., Van Lange, P. (2006). *Psychological adaptations for prosocial behaviour*. In Schaller, M., Kenrick, D., Simpson, J. (2006). *Evolution and Social Psychology* (237- 261). New York: Psychology Press.
- Výrost, J., Slaměník, I. (1997). *Sociální psychologie*. Praha: ISV.
- Výrost, J., Slaměník, I. (1998). *Aplikovaná sociální psychologie*. Praha: Portál.

Další zdroje

- Tošner, J., Kohoutková, A.: *Komentář k zákonu č. 198/2002 Sb. o dobrovolnické službě*.
<http://nno.ecn.cz/index.stm?apc=nP1k6--&x=117571>
- Tarábek, P., Záškodný, P. (2007) *Educational and Didactic Communication, Vol.1.-Theory*. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis, www.didaktis.sk

University of York and Its Faculty of Education – Credit Work

Bc. Jana Smoldasova

University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic

Reviewer: Mgr.Olga Strnadová

Institute of Applied Economic Studies, Ceske Budejovice, Czech Republic

Key Words

Curricular Process, Projected Curriculum, Instruction Project, Description of University of York, Description of Faculty of Education

Abstract

The Faculty of Education of selected university is investigated by means of structure of curricular process (conceptual curriculum, intended curriculum, projected curriculum, implemented curriculum, attained curriculum). The projected curriculum of this faculty is used for description of departments, study programs, and significant personality.

Content

1. Introduction – Curricular Process
2. The University of York
3. The Faculty of Education
4. The Significant Personality

References

1. Introduction – Curricular Process

Within the framework of theory of curriculum it is necessary to express and communicate suitably the individual transformations between the variant forms of curriculum and it should be also performed in the area of higher education. During learning as problem solving (see [8]) mentioned transformations of curriculum are associated with conception of Didactic Communication which can be called in the area of higher education the conception of Educational Communication (see [1], [2], [3], [4]).

The concept “Curriculum” can be explained as “educational content” (see [8]) and the theory of curriculum, adequate to conceptions of educational and didactic communications is issuing from the philosophy of essentialism ((see [8]).

Succession of Curriculum Transformations within educational and didactic communications **can be called “Curricular Process”**

This Curricular Process is as follows from the scheme:

Transformation T1: **Relevant science** → System of relevant science from the point of view of its communication (**Conceptual Curriculum**)

Transformation T2: **Conceptual Curriculum** → Educational content (**Intended Curriculum**)

Transformation T3: **Intended Curriculum** → Instruction project and Textbook as the basic component of the instruction project and further components (**Projected Curriculum**)

Transformation T4: **Projected Curriculum** → Knowledge already achieved (**Implemented Curriculum**)

Transformation T5: **Implemented Curriculum** → Lasting component of the education and its application (**Attained Curriculum**)

The Curricular Process of educational science is also associated with described succession of variant forms of curriculum – conceptual curriculum, intended curriculum, projected curriculum, implemented curriculum, attained curriculum.

The description of York University Faculty of Education is connected with projected curriculum, it is representing the instruction project of this faculty.

2. The University of York

The University of York was founded in 1963 with 200 students. Today it belongs together with The Cambridge University to the most prestigious Universities in The Great Britain. The University of York consists of more than 30 faculties and scientific centers and offers the students a lot of various graduate, undergraduate and postgraduate training.

Everybody who wants to study at the University of York can choose from various faculties on the web site of the University (<http://www.york.ac.uk>) e.g. Faculty of Education, Faculty of Art, Faculty of Language and Linguistic Science, Faculty of Electronics, Faculty of Economics and Related Studies, Faculty of Computer Science,...

3. The Faculty of Education

From the list of faculties I chose the *Faculty of Education with Institute for Effective Education* and I looked in detail at their curriculum, study program, and structure. This faculty is famous world especially in the fields of research and education, and their interconnection. The Faculty of Education at the University of York consists of these departments:

Centre for English Language Teaching

Study program: a) Bachelor course – English language for foreigners, students can attend summer intensive courses of English language too.

b) Master course – Teaching of English language.

Centre for Equity and Impact in Education

Study program - Experimental Postgraduate study in the areas:

Developing a sense of justice among disadvantaged students: the role of schools

Citizenship Education and Teacher Education

Analysis of School exclusion in Education

The social impacts of inclusion on stigmatized children with special educational needs and their mainstream peers

Centre for Innovation and Research in Science Education – study program specializes in obtaining new pieces of knowledge in development innovation study:

Evidence-based Practice in Science Education,

Twenty First Century Science,

Advanced Chemistry,

Advanced Physics,

Advanced Biology.

Centre for Language Learning Research

Study program – Bachelor courses:

Education,

Language and Linguistic Science,

Psychology

Sociology

Institute for Effective Education has one department:

Centre for Eighteenth Century Studies – study program at this department includes as Magister course so Postgraduate course, which are specializing in a study of culture, literature, art, policy and society of 18 century (1650-1850).

4. The Significant Personality

Dr Judith Bennett has been elected the dean of Faculty of Education in 1990. After graduation at the Faculty of Education at the University of York she spent 8 years as a scientist at King's College in London. Her scientific activity concentrates on the area of development relation between science and education, especially on methods of teaching science.

Dr Judith Bennett is also the head of scientific group, which evaluates international projects and research in scientific education. She has served as Chair of the Research Committee of the Association for Science Education and has worked on a number of international education programs in Germany and South Africa.

References

- [1] FENCLOVA-BROCKMEYER, J.: Introduction to Theory and methodology of didactics of physics. SPN, Prague, Czech Republic, 1982.
- [2] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Educational and Didactics Communications (Volume 1: Progression). Monograph. The Educational Publisher Didaktis, Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89160-46-4
- [3] PRUCHA, J.: Modern educational sciences . Portal, Prague, Czech Republic, 2005. Teaching as Decision Making. Longman Publishers. New York, USA 1995
- [4] TARABEK, P., ZASKODNY, P.: Didactic Communication of Physics and Its Applications. In: Mathematics, Physics, Informatics. Vol.16, 2006/2007, No.3, No.4, Czech Republic, ISSN – 1210-1761
- [5] <http://www.york.ac.uk>
- [6] <http://www.york.ac.uk/depts/educ/ugrad/welcome.htm>
- [7] <http://www.dfes.gov.uk/recognisedukdegrees/index.cfm?fuseaction=institutes.list&InstituteCategoryID=1&OrderBy=Category>
- [8] PROCHAZKA, P., ZASKODNY, P.: Analytical Synthetic Models of Problem Solving. Curriculum Studies Research Group. College of Applied Economic Studies. České Budějovice, Czech Republic 2007

Strukturální zobrazení kompetencí ve vztahu k didaktické komunikaci v přírodovědných disciplínách

Author: PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Institute of Applied Economic Studies, České Budějovice, Czech Republic

janaskrabankova@seznam.cz

Reviewer: Assoc. Prof. Josef Trna, CSc.

Masaryk University, Brno, Czech Republic

Klíčová slova

Didaktická komunikace, didaktický most, didaktické transformace, kurikulární proces, přírodovědné a didaktické kompetence, pojmově-poznatkový systém, budoucí učitel, pregraduální příprava

Key words

Didactic communication, didactic bridge, didactic transformation, curricular process, natural-science and didactic competencies, conceptual knowledge system, teacher training, pregraduate preparation

Key Words

Curricular Process of Chemistry, Variant Form of Curriculum, Analytical Synthetic Modeling, Analytical Synthetic Model of Conceptual Curriculum of General Chemistry

Anotace:

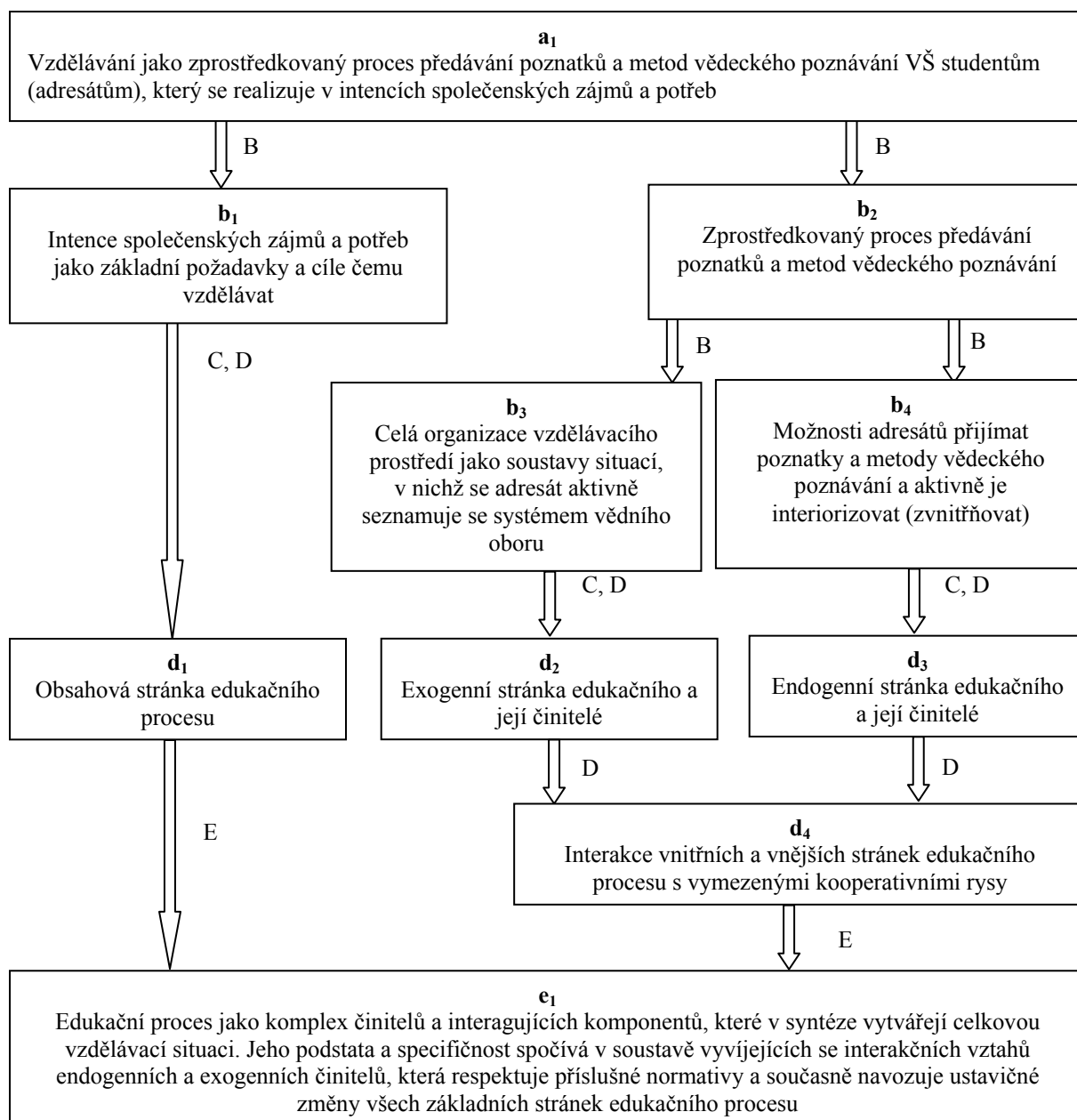
Tvorba modelů profesních kompetencí vychází z obecných kompetencí učitele, jimiž se autorka inspiruje. Modely oborových kompetencí jsou rozděleny na model kompetence komunikativní, oborově didaktické, praktické (experimentální práce), interdisciplinární a environmentální. To vše v kontextu modelování exogenní a endogenní stránky edukačního procesu.

Abstract:

The creation of professional models of competences is based on general competences of a teacher, by which the author has been inspired. The models of professional competences are separated into models of communicative, professional didactic, practical (experimental work), interdisciplinary and environmental competences. All of that has been done in the context of modelling an exogenous and endogenous side of an educational process.

Při modelování struktury cílových kompetencí učitelů přírodovědných předmětů, které se budují již v rámci jejich pregraduální přípravy na vysokých školách, vycházím z **modelu logické struktury edukačního procesu.**

[1]



Tento model by měl umožnit určit navzájem interagující subsystémy zkoumaného systému přípravy učitelů na univerzitách v kontextu se získáváním a rozvojem souboru jejich kompetencí a přejít k interaktivnímu modelování vymezeného souboru cílových kompetencí učitelů přírodovědných předmětů.

Schéma vystihuje v rámci deduktivního přístupu pouze globální zařazení poznávacího procesu do didaktického systému. Vycházím z vymezení vstupního univerza **a₁**, které lze popsat jako oblast, ve které studenti učitelství získávají obecné pedagogické kompetence.

Pak následuje analytické rozčlenění na dílčí jevy a objekty (**b₁**, **b₂**, **b₃**, **b₄**) a vymezení relací mezi nimi, které jsou označeny písmenem **B**. Pro naše potřeby lze interpretovat uvedené dílčí jevy a objekty jako soubory pedagogických a oborových kompetencí, k nimž směřuje vstupní univerzum a soubory didaktických forem a metod, kterými jsou tyto kategorie realizovány.

Oblast **E** je ovšem podmíněna nejen intelektuálními možnostmi studentů, ale zejména jejich osobnostními vlastnostmi.

Dalším krokem je určení podstaty těchto jevů procesem abstrakce. Relace mezi oblastmi b a oblastmi c jsou označeny písmenem C. Vymezováním souvislostí a závislostí mezi prvky podstaty **c1**, **c2**, a **c3** lze syntetickou cestou dospět k zákonitostem a vztahům **d1**, **d2**, **d3**, **d4** (relace mezi nimi jsou označeny písmenem D).

- d1** normativní stránkou edukačního procesu mám na mysli v podstatě veškerou náplň univerzitního studia, studijní programy, profesní standard
- d2** skupina exogenních činitelů edukačního procesu zahrnuje řízení a organizaci výchovně-vzdělávacích institucí a jejich materiální zabezpečení, řídicí personál a jeho další vzdělávání, metody a formy edukačních aktivit, materiální a další didaktické prostředky, výběr, organizaci a uplatnění absolventů univerzit v učitelských oborech
- d3** skupina endogenních činitelů edukačního procesu zahrnuje pohnutky, postoje a přesvědčení jedince v přípravě na povolání pedagoga a získávání obecných i oborových kompetencí, opravňujících absolventa k výkonu učitelské profese
- d4** interakcí vnitřních a vnějších stránek edukačního procesu s vymezenými kooperativními rysy zamýšlím vzájemné horizontální propojení definovaných činitelů a jejich následnou interaktivní spolupráci a vzájemné dotváření konkrétních didaktických situací na základě respektování charakteru obou těchto skupin

Celá tato poznávací cesta končí vymezením obsahu a rozsahu cílového pojmu **e1**, který představuje myšlenkovou reprodukci zkoumaného vstupního univerza (relace mezi objekty **d1–d4** a objektem **e1** jsem označila písmenem E).

V logické struktuře cílového pojmu **e1** je možné vysledovat určitou hierarchizaci v uspořádání skupin pojmů.

Pojmy skupiny **a1** lze zařadit do **vstupní** (realitní) pojmové roviny, **b1–b4** do roviny **analytické**, dále uváděné pojmy **c1–c14** do roviny **abstraktní**, **d1–d4** do roviny **syntetické**

a **e1** do **cílové** roviny pojmů.

Provedení deduktivní projekce logické struktury cílového pojmu na konkrétní specifikum umožňuje získávat aplikační pojmy, které lze považovat za prvky **aplikační** pojmové roviny.

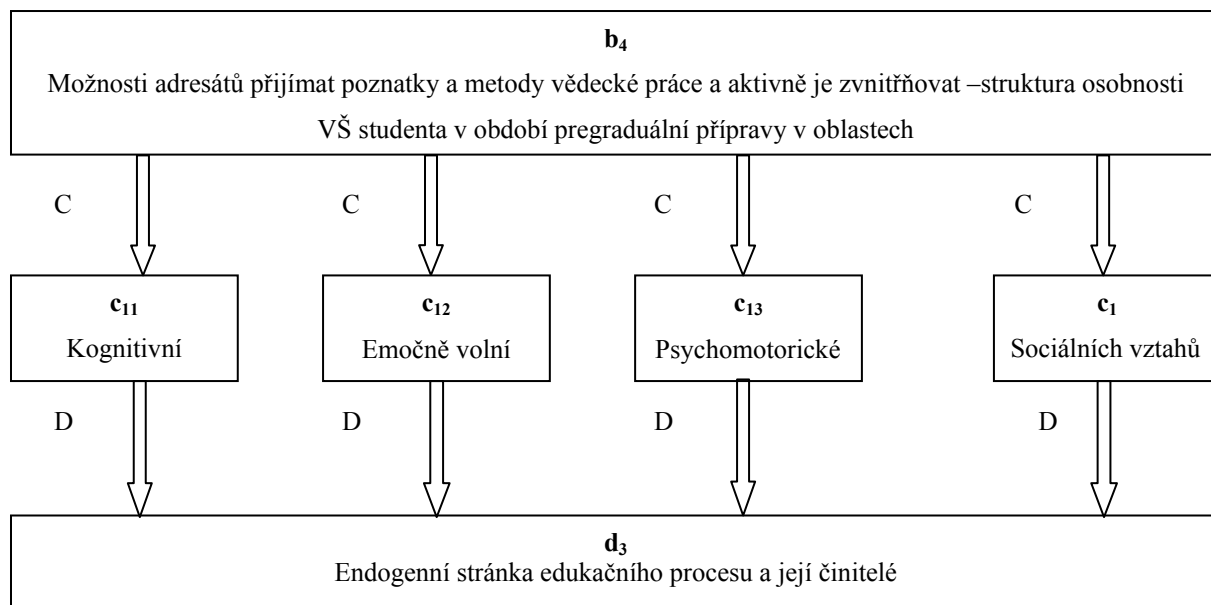
V tomto případě považuji za součást aplikační pojmové roviny získání profesních kompetencí, jejichž vývoj je možné dále vertikálně směřovat.

Zobrazení vymezené logické struktury orientovaným (síťovým) grafem lze popsat následujícím způsobem. Vrcholy orientovaného grafu, znázorněné obdélníky s vepsanými názvy pojmů, obsazujeme nejdříve prvky **a** ze vstupní (realitní) roviny. Případné relace **A** mezi okolím a prvkem **a1** znázorníme orientovanými šipkami směřujícími do vrcholu **a1**. Od prvků **a1** se rozvětvují orientované šipky **B** k prvkům **b1–b4** analytické roviny, další rozvětvení znázorněné šipkami **C** charakterizuje přechod k prvkům **c1–c14** roviny abstraktní. Prvky **b1–b4**; **c1–c14** obsadí další vrcholy větvíciho se orientovaného grafu. Další tvorba modelu bude typická směřováním několika šipek **D** do jednotlivých prvků **d1–d4** syntetické roviny. Závěrečné soustředění šipek **E** uzavře orientovaný graf obsazením vrcholu prvkem **e1** cílové roviny, který zobrazuje výstupní univerzum.

Model endogenní stránky edukačního procesu [2]

Tento model vysvětluje vazbu na endogenní stránku edukačního procesu v pregraduální přípravě učitelů přírodovědných předmětů. Nejsou v něm zachyceny horizontální vazby mezi prvky **c11–c14**, od nichž jsem z důvodu větší přehlednosti upustila.

Přechod **b4–d3** zahrnuje soubor prvků skupiny endogenních činitelů, kterými rozumím úroveň univerzitně vzdělávaných studentů v oblasti kognitivní (**c11**), emočně volní (**c12**), psychomotorické (**c13**) a v oblasti sociálních vztahů (**c14**).



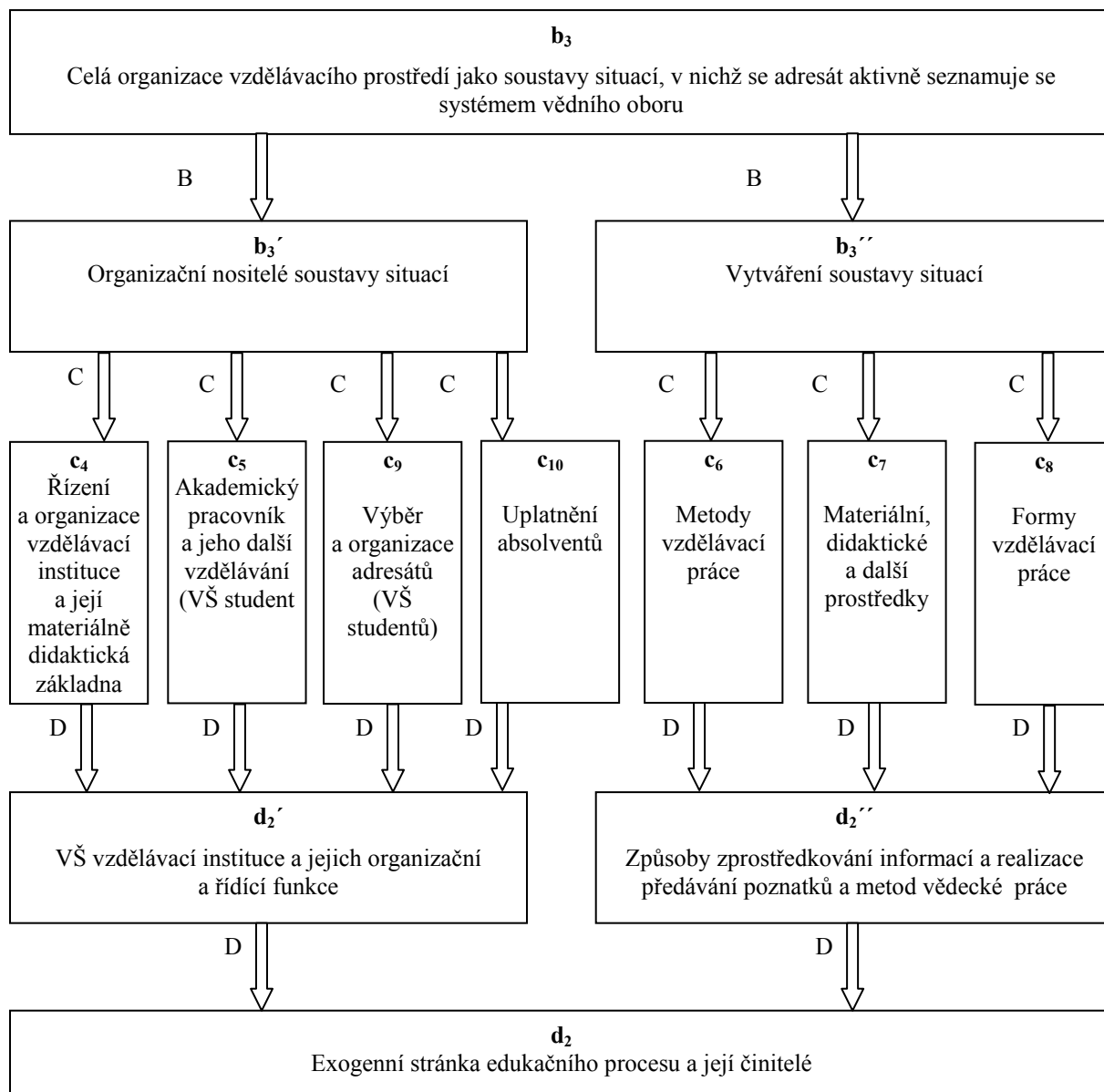
- c₁₁** poznávací oblast v pregraduální přípravě učitelů přírodovědných předmětů chápu jako proces, v němž studenti získávají potřebné vědomosti a intelektuální a motorické dovednosti, směřující k jejich intelektuálnímu vývoji
- c₁₂** emočně volní oblast zahrnuje formování a ovlivňování osobnosti budoucího učitele, upevňování pozitivních rysů jeho osobnosti, podporu citové stability, nácvik negace učitelského stresu, atd.
- c₁₃** psychomotorickou oblastí v modelu rozumím nácvik a upevnění dovedností a činností, vyžadujících nervosvalovou koordinaci (práce s aparaturami, obsluha technických zařízení, atd.)
- c₁₄** v oblasti sociálních vztahů se jedná o tvorbu sociální pozice budoucího učitele v sociálním prostředí a o nácvik jeho sociálního chování, odpovídajícího roli, která je od něj očekávána; pochopení sociálních vztahů ve skupině žáků i pedagogických pracovníků

Jednotlivé oblasti uvedené struktury přímo korespondují navrženým a strukturovaně zpracovaným souborem kompetencí, reprezentujícím zaměření budoucích učitelů přírodovědných předmětů.

- komunikativní kompetence je zahrnuta ve všech oblastech
- oborově didaktická kompetence je úzce vázána na kognitivní oblast
- praktická (experimentální) kompetence vychází z psychomotorické oblasti
- interdisciplinární (mezioborová) kompetence je podporována zejména kognitivní oblastí
- environmentální kompetence vyplývá z oblasti kognitivní a z oblasti emočně volní a je posilována v oblasti sociálních vztahů.

Model exogenní stránky edukačního procesu [3]

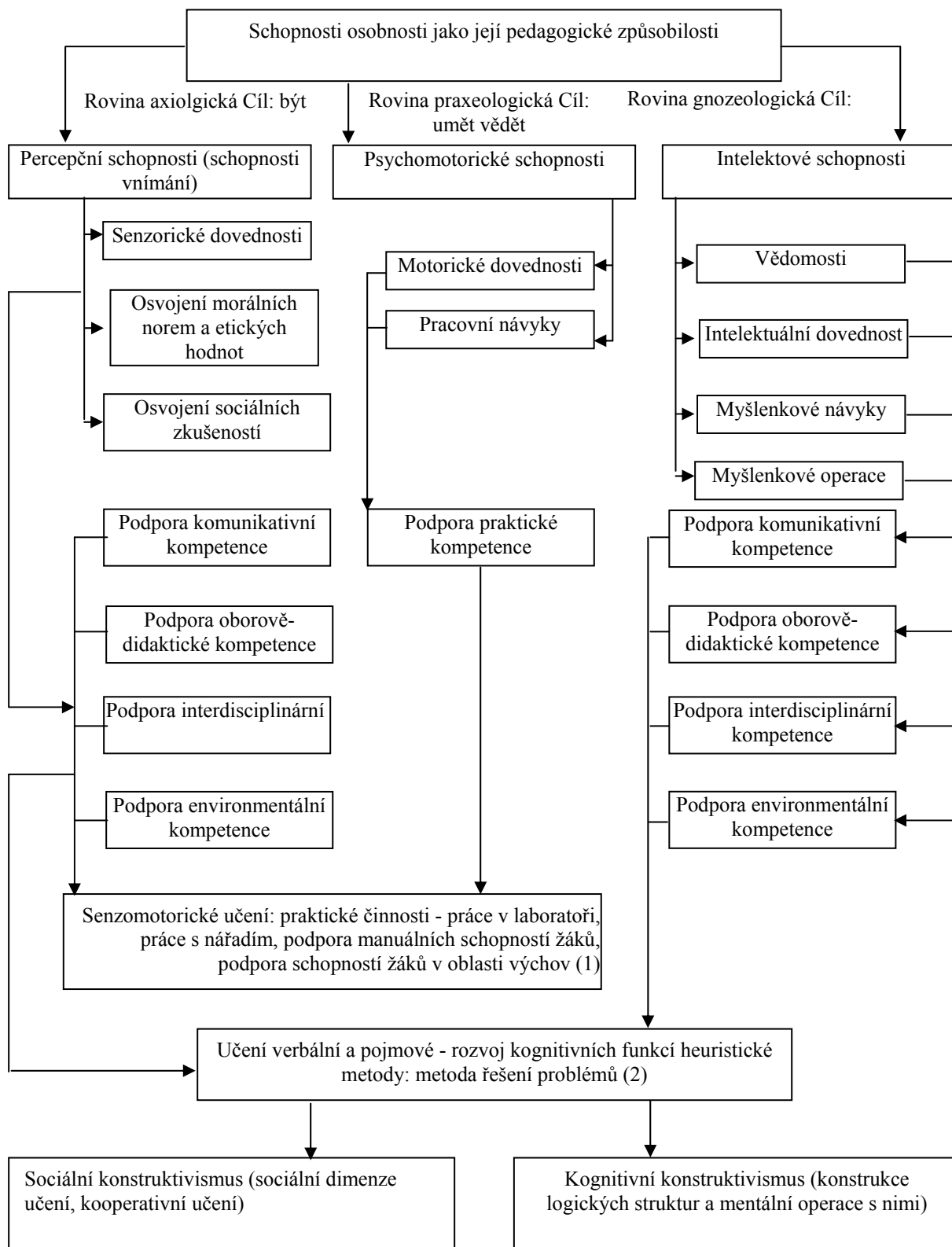
Tento model vysvětluje vazbu na exogenní stránku edukačního procesu v pregraduální přípravě učitelů přírodovědných předmětů. Nejsou v něm zachyceny horizontální vazby mezi prvky c_4 – c_{10} , od nichž jsem z důvodu větší přehlednosti upustila.

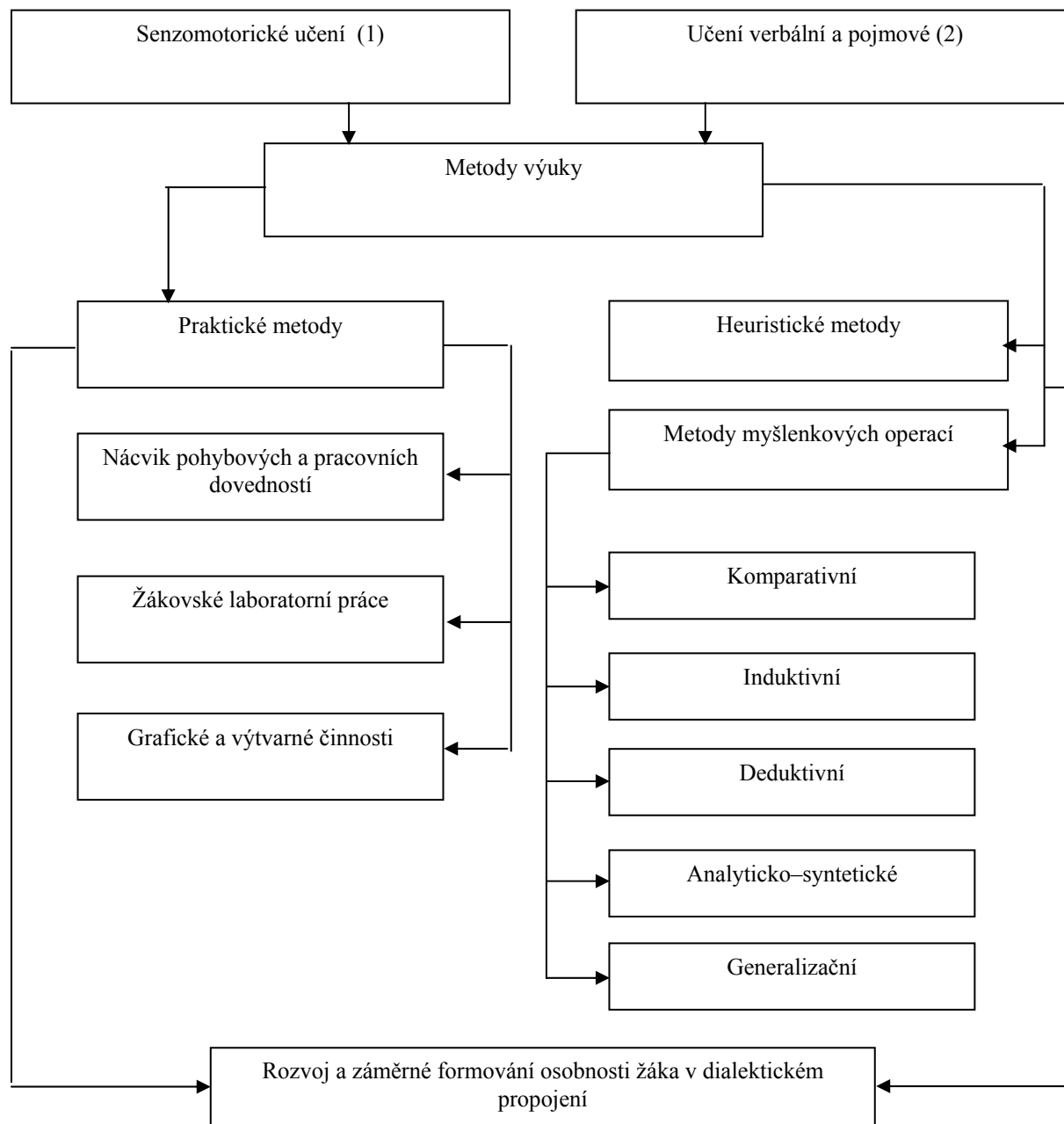


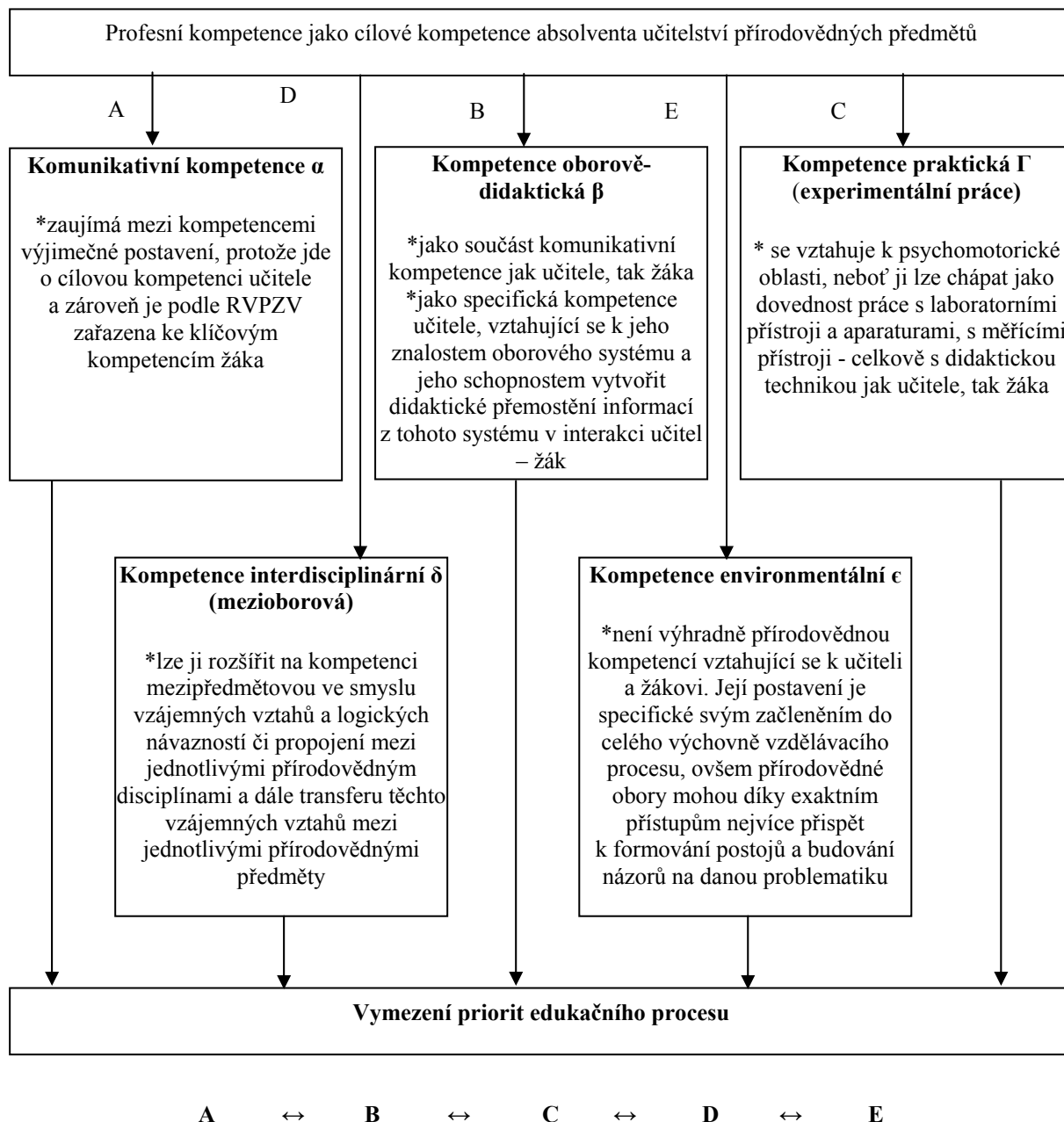
Organizace vzdělávacího prostředí umožňuje studentům přecházet do endogenní sféry, v níž je realizována vlastní pregraduální příprava budoucích učitelů.

V uvedených modelech jsem formulovala vazby těchto modelů na nyní aktuálně navržený model cílových kompetencí absolventa učitelství přírodovědných předmětů s jejich specifikacemi na experiment a environmentalistický přístup.

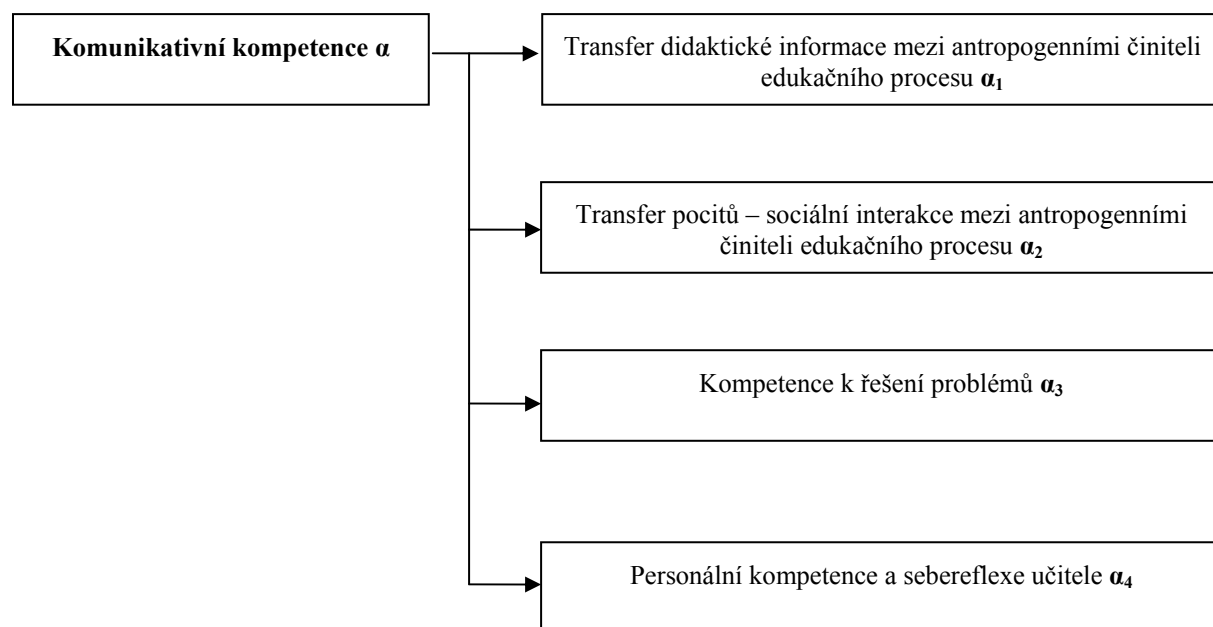
Model formování osobnosti studenta učitelství [4]

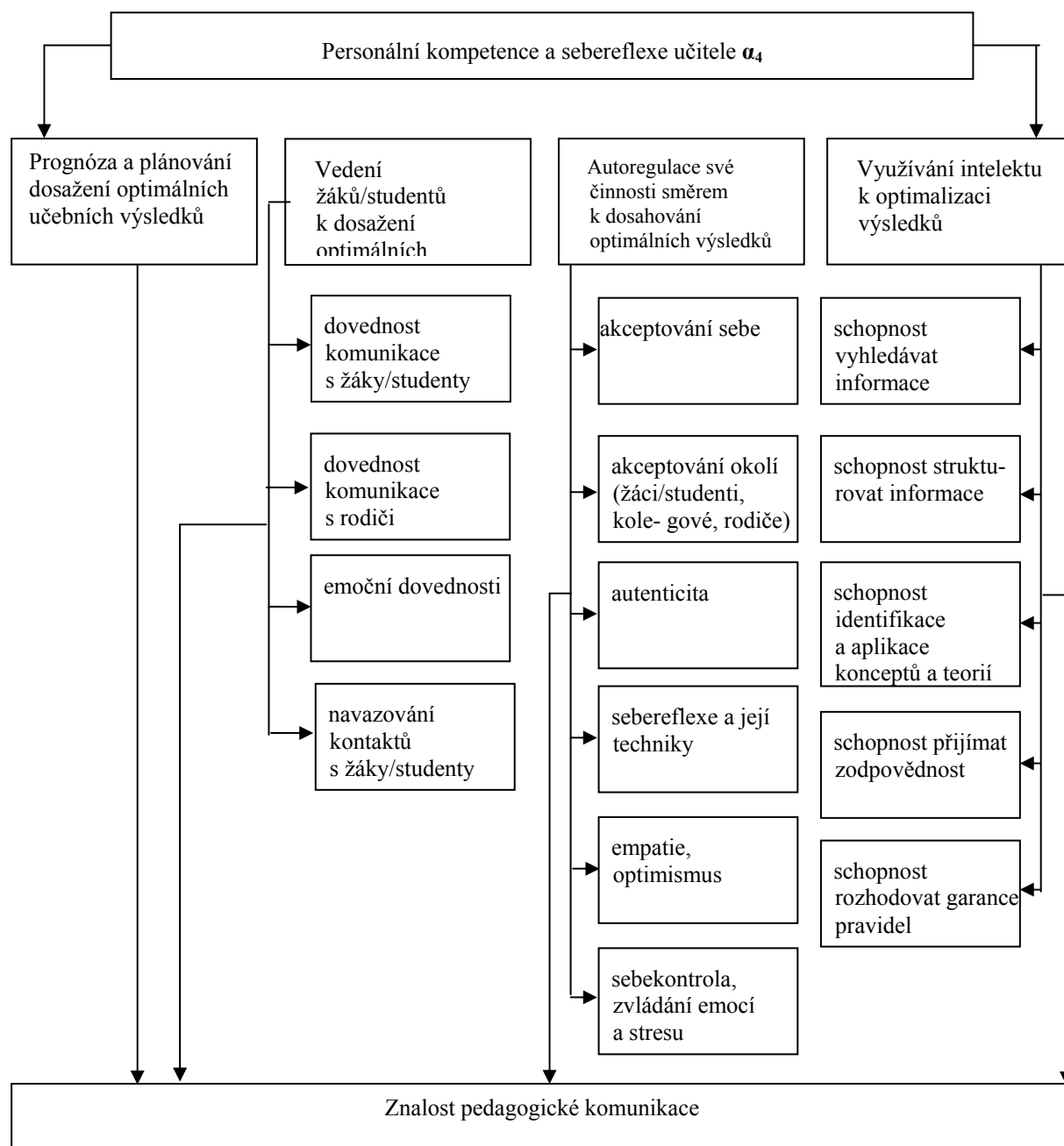


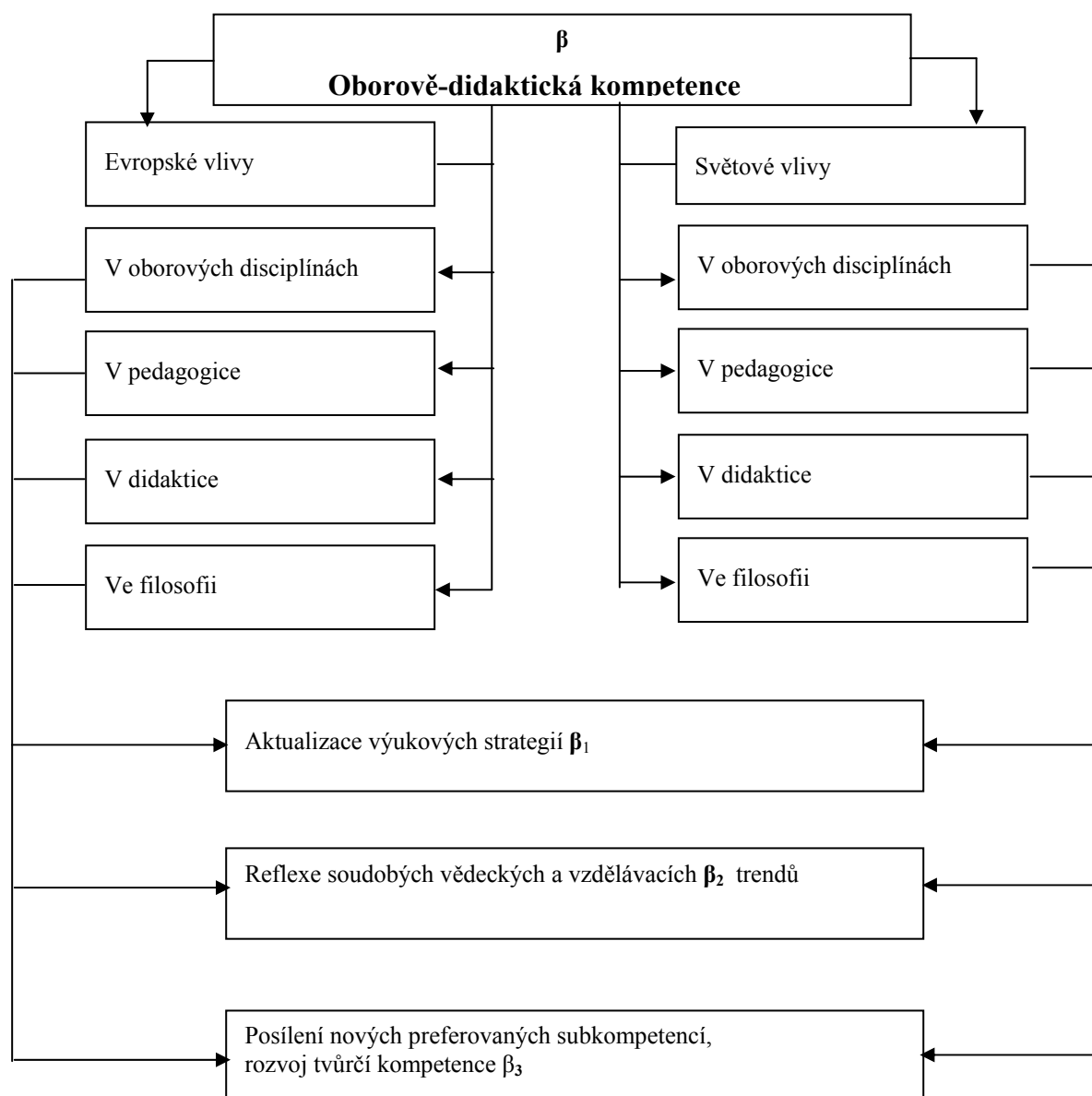


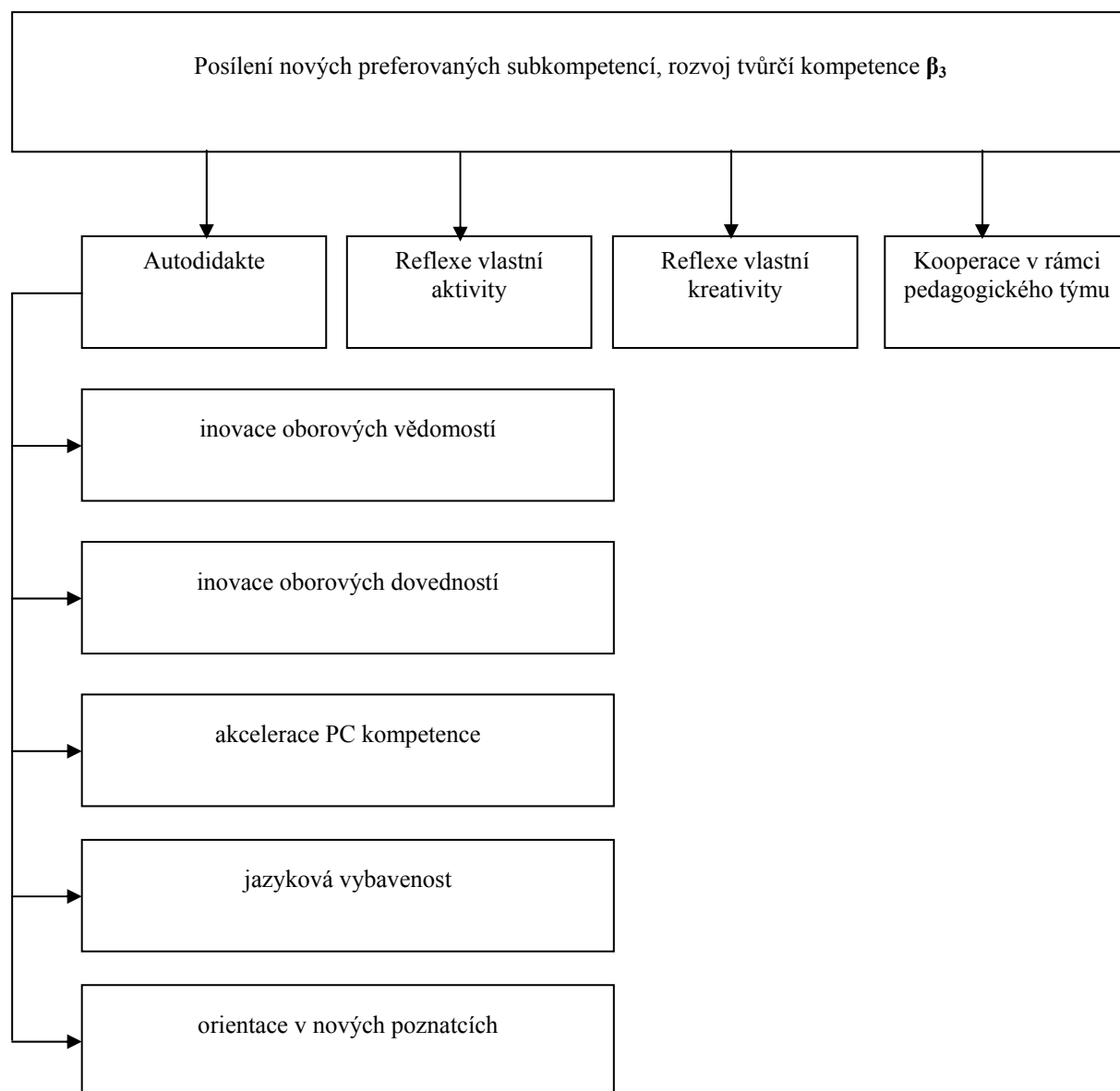


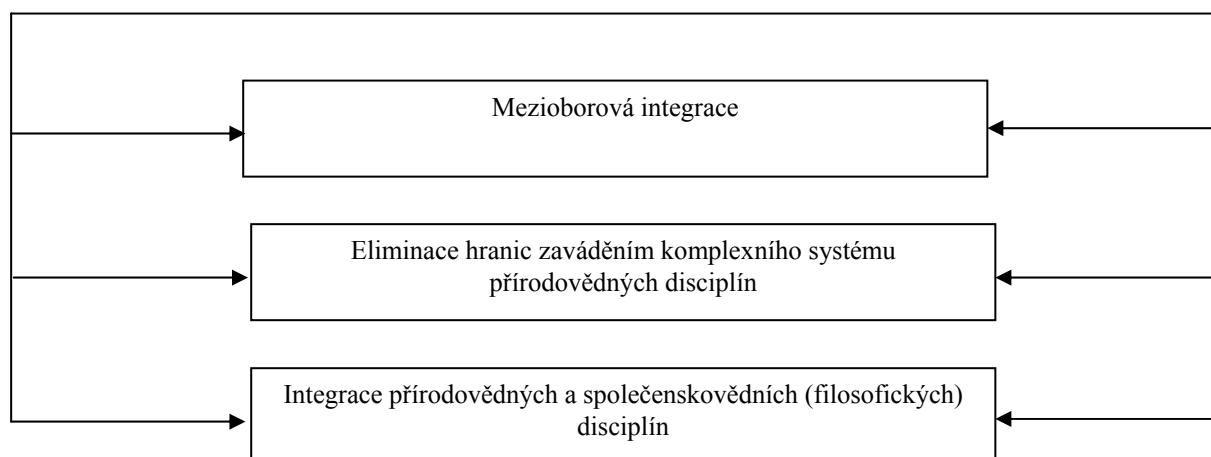
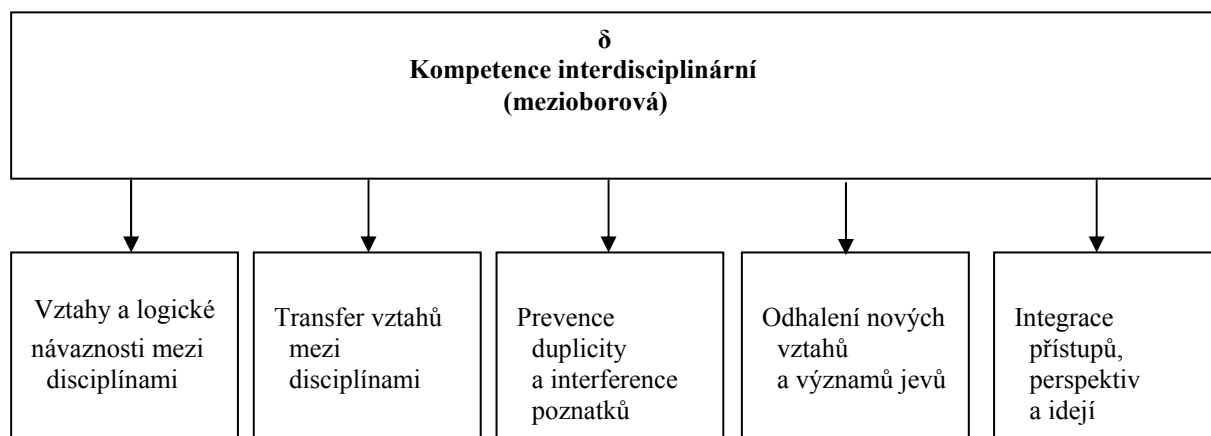
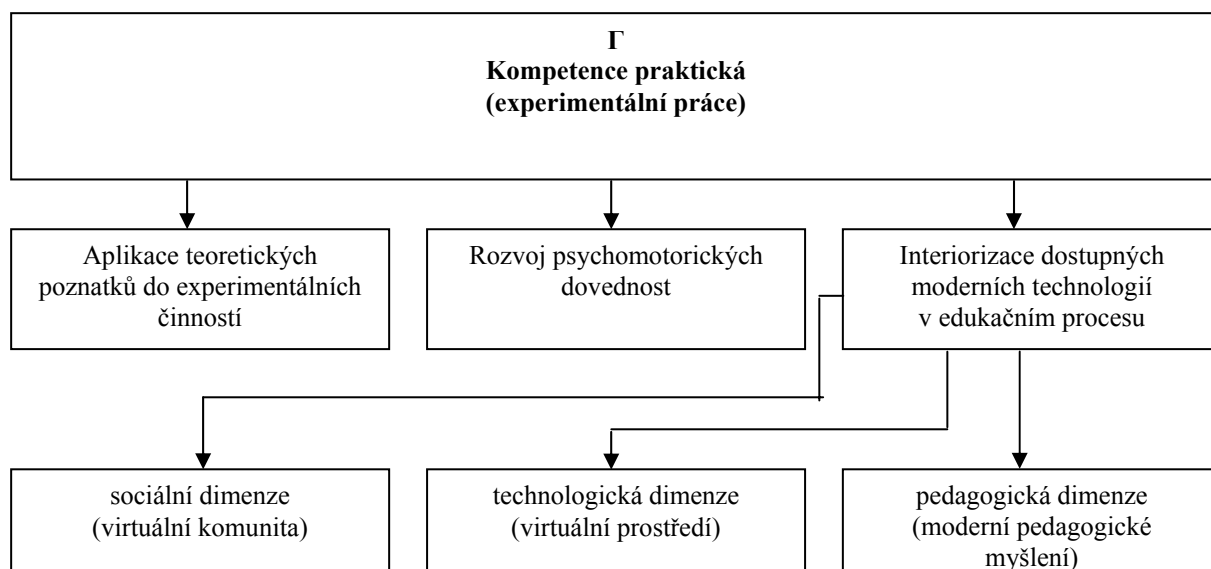
Kompetence leží na shodné horizontální hladině bez nároku na vzájemné preference.

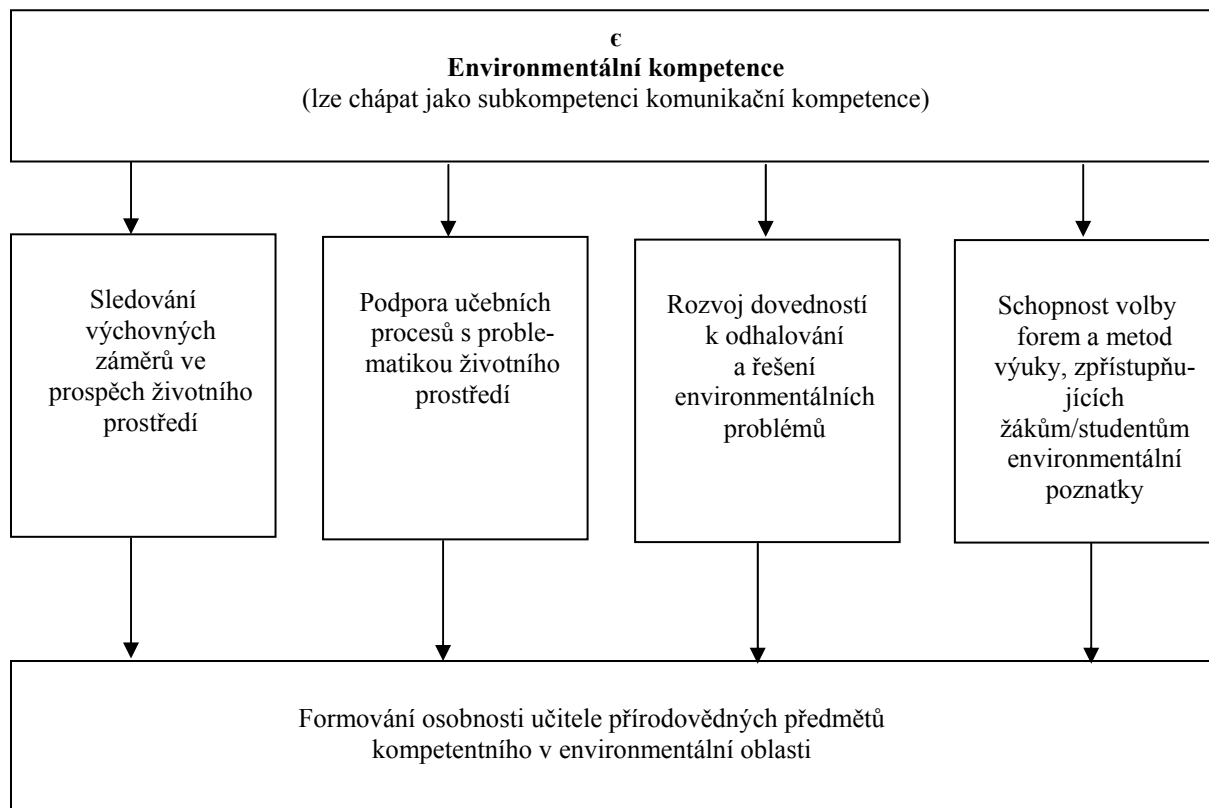












Obecné kompetence byly již v pedagogické literatuře dostatečně rozpracovány. To, na co je nutné poukázat, je obecně malá zaměřenost oborových kompetencí na cílovou skupinu budoucích učitelů přírodovědných předmětů.

Literatura

- [1] Procházka, P., Záškodný, P. (2007) Analytical Synthetic Modeling Problem Solving. In: Educational and Didactic Communication, Vol.3.-Applications. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [2] Záškodný, P. (2007) Methods of Structuring Variant Forms of Curriculum. In: In: Educational and Didactic Communication, Vol.1.- Theory. Bratislava, Slovak Republic: Didaktis
- [3] Škrabánková, J. (2007) Theoretical Basis of Creation of Pedagogical Structures – A Models of the Logical Structure of the Educational Process. Brno, Czech republic: MSD, spol. s.r.o.