



# Niekoľko nesúvislých poznámok o mojich záujmoch

doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD  
FMFI UK v Bratislave



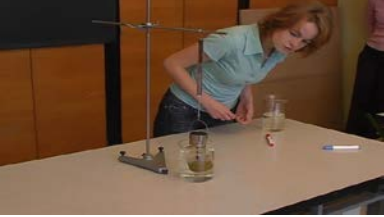
# Skúsenosť s pollitrovkou minerálky a silomerom význam tejto skúsenosti pre teóriu vyučovania fyziky

doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD  
FMFI UK v Bratislave

# **The Construction of Casual Schemes – Physics Education**

Working material

# Ciele fyzikálneho vzdelávania (školského/formálneho)



A. goals (and content) related to attitudes of society towards science; ***Why do we need science?***

B. goals (and content) related to methods of science; ***How do we know that the nature “works” in the way we think it does?***

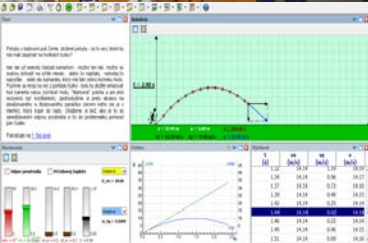
C. goals (and content) related to pieces of knowledge. ***How does the nature work? And how could we use the knowledge in the technology?***

C1.pieces of knowledge for development of scientific methods and attitudes towards science;

C2. pieces of knowledge related to the quality of living and general scientific culture.

Demkanin, JBSE 2013

# Učenie sa ...je ...



- pridávanie viac vedomostí a zručností ako dôsledok toho, že dieťa učia;
- dávanie zmyslu novým skúsenostiam samotným dieťaťom;
- dávanie zmyslu novým skúsenostiam dieťaťom v spolupráci s inými.

(Harlenová, 2006)

St. Mary's International School	JAPAN
Saint John High School	CANADA
Salisbury Composite High School	CANADA
Vasa övningsskola	FINLAND
M.E. LaZerte High School	CANADA
Father Lacombe High School	CANADA
Modern Montessori School	JORDAN
Leander High School	UNITED STATES
British International School, Phuket	THAILAND
Millard North High School	UNITED STATES
Pathways World School	INDIA
Glenforest Secondary School	CANADA
The British School of Houston	UNITED STATES
International School Rheintal	SWITZERLAND
Rockville High School	UNITED STATES
Dublin Coffman High School	UNITED STATES
Shanghai Community International School	CHINA
Bryan High School	UNITED STATES
The Portsmouth Grammar School	UNITED KINGDOM



International Baccalaureate®  
Baccalauréat International  
Bachillerato Internacional

1,3 mil žiakov;  
od primárneho vzdel. po maturitu  
IBD, dvojočné maturitné štúdium;  
18 tis. maturantov z F ročne  
principal examiner, P3

Žiacky plánovací experiment, Plánovanie A

Zadanie

Príklad riešenia

165 mil. EUR/rok

Výskum, vývoj, školenia učiteľov, testy  
včítane ich tlače, inšpekcia, ...

Bez učebníc, bez učiteľov, bez budov škôl, ...

Súčasný IA

Príklad

# Didaktika fyziky pre študentov magisterského štúdia a učiteľov v praxi

Autor:

doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD.

Recenzenti:

prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc.

doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Skrytí recenzenti:

doc. Černý

prof. Pišút

Vydavateľstvo Univerzity Komenského



# ÚVOD

„Učitelia prehrávajú edukačný boj, pretože adolescenti sú od vzdelávania odpútavaní ich sociálnym svetom. Prirodzene, žiaci to takto necítia. To nie oni si vybrali tie nekonečné pokyny, inštrukcie, návody a príkazy súvisiace s témami, ktoré vôbec nepokladajú za relevantné pre svoju existenciu. Intenzívne, niekedy až zúfalo sa chcú učiť. Ale to, o čom sa chcú učiť, je ich sociálny svet – ako funguje, ako v ňom môžu získať bezpečné miesto, ktoré im zabezpečí maximálny sociálny profit a minimalizuje ich sociálne bolesti a straty. Ich mozgy sú stavané pociťovať tieto silné sociálne motivácie a používať svoj mentálny systém pre svoj pokrok. *Z pohľadu evolúcie sociálny svet a záujem žiakov oň nie je ich vyrušovaním. Skôr, práve on je tou najdôležitejšou oblasťou, ktorej sa môžu naučiť.*“ (Lieberman, 2013, s. 282).

## 1. UPRIAMENIE POZORNOSTI – VYMEDZENIE TÉM TEJTO UČEBNICE

*„Keď som mal 5 rokov, mama mi povedala, že kľúčom života je šťastie. Keď som prišiel do školy, učiteľka sa ma spýtala, čím chcem byť, keď vyrastiem. Povedal som „šťastný“.*

*Povedala mi, že som nerozumel otázke. Ja som povedal, že ona nerozumie životu.“ John Lennon*

## 2. CIELE VYUČOVANIA FYZIKY

*Iste nie každý žiak musí objaviť koleso. Žiaci pri svojej práci môžu používať zdroje informácií a nástroje, ktoré sú im dostupné, ktoré im poskytuje ich kultúrne prostredie.*

### **3. ÚLOHA ŽIAKA A ÚLOHA UČITEĽA V RÁMCI FORMÁLNEHO FYZIKÁLNEHO VZDELÁVANIA**

*Vzdelávanie je rozvážna, optimistická a k žiakovi úctivá kognitívna, emocionálna a sociálna kultivácia žiakovho učenia sa realizovaná vo viere, že každý má mať šancu podieľať sa na živote spoločnosti. Voľne podľa (INFED, 2007).*

### **4. TRANSMISÍVNE A AKTIVIZUJÚCE ČINNOSTI UČITEĽA**

*... vedieť ako a vedieť prečo ...*

### **5. EMPIRICKÉ METÓDY POZNÁVANIA**

*Každý školský fyzikálny experiment treba chápať ako proces, v ktorom sa spája fyzikálny proces s procesom myslenia a poznania. (Ferko, 1988, s. 217)*

### **6. PODPOROVANÉ RIADENÉ SKÚMANIE**

*„Ľudia vedia mnoho, veľmi mnoho, ale ich vedenie nemá na ich život zďaleka taký vplyv, aký by mať malo, a v tom je veľká chyba. Učíme sa príliš veľa pre školu a neučíme sa dost' pre život.“ (Masaryk, T.G.1904)*

## **7. TEORETICKÉ METÓDY POZNÁVANIA**

*Slová sú kľúčovým nástrojom na to, ako niečo vyskúšať a pochopiť.*

*Words and language are a way of trying out and understanding something. (Harlen 2001)*

## **8. ZÁKLADY TECHNOLOGIÍ**

*Každé dieťa môže byť vynálezcom.*

## **9. FORMÁLNE, NEFORMÁLNE A INFORMÁLNE VZDELÁVANIE**

## **10. VLASTNOSTI OBJEKTOV A JAVOV – POJMY**

*Veľa žiakov končí povinné vzdelávanie na úrovni pripomínajúcej skôr kopy nefunkčných tehličiek, než peknú a funkčnú budovu s jej architektúrou, tradičné vyučovanie fyziky pripomína skôr exkurziu do predajne stavebnín, než do funkčnej a peknej budovy. (Demkanin P. , 2011)*

11. Projekt vo vyučovaní fyziky

## **12. HODNOTENIE VÝSLEDKOV FYZIKÁLNEHO VZDELÁVANIA**

*Zvyčajne nejde ani tak o to, aké fakty vieš, ale o to, ako sa vieš učiť.*

ZÁVER

V rámci úvodu pokladáme za vhodné zaradiť témy tejto učebnice do teoretického rámca (vedeckej školy) i do rámca priamo súvisiaceho s každodennou prácou učiteľa fyziky. Práce na príprave tejto učebnice boli konfrontované s vybranými prácami L. Shulmana (2017), R. J. Marzana (MarzanoResearch, 2017) J. Hattieho (Visible Learning, 2017), G. Pettyho (2017), W. Harlenovej (2006), (2015) a K. Sawyera (2014). Zo slovenských didaktikov túto učebnicu najviac ovplyvnil V. Koubek, ktorý kurz didaktiky fyziky na FMFI UK dlhé roky viedol.

Str. 34: *"Individuálne vedomosti a schopnosti využívať tieto vedomosti pri identifikovaní otázok, pri získavaní nových vedomostí, pri vysvetľovaní javov z oblasti prírodných vied, pri vyvodzovaní záverov založených na dôkazoch; chápanie charakteristických vlastností prírodných vied ako formy ľudského poznania a bádania, uvedomenie si, ako prírodné vedy a technológie tvarujú materiálne, intelektuálne a kultúrne prostredie a ochota vstupovať do problémov súvisiacich s prírodnými vedami ako mysliaci občan."* (OECD, 2007), preklad (Demkanin P. , 2011)

2.7 Predstavte si, že by ste si stanovili nasledovný cieľ vyučovania fyziky: *Ukázať, že fyzika je veľmi náročná vedecká disciplína, ktorej nik, okrem učiteľa fyziky, nerozumie a ani rozumieť nemôže.* Navrhните spôsob, akým by ste realizovali vyučovanie vedúce k plneniu tohto cieľa.

Str. 50: Vybraným metódam a organizačným formám vyučovania sa venujeme na viacerých miestach tejto učebnice. Na tomto mieste v súvislosti s tvorbou prostredia pre učenie spomeňme klasifikáciu metód vyučovania podľa autorov Colisa a Kapuru (Colins & Kapur, 2014). Upozorňujeme, že slovo žiak je chápané ako **žiak v skupine žiakov**.

*Modeling* – učiteľ (alebo jeden so žiakov) realizuje úlohu a žiak pozoruje.

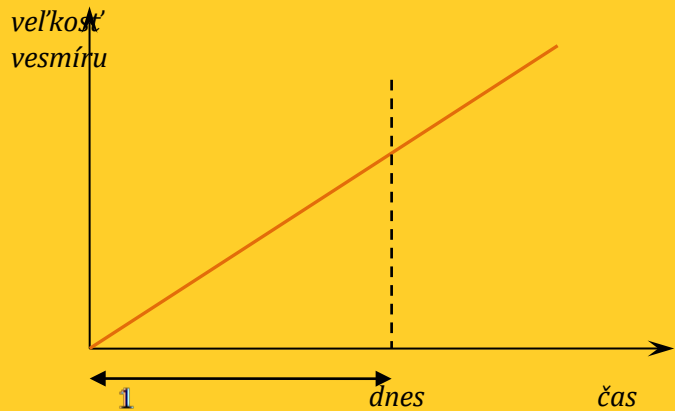
*Koučovanie* – učiteľ pozoruje a napomáha, žiak realizuje úlohu.

*Skefolding* – učiteľ poskytuje podporu a tým pomáha žiakovi realizovať úlohu.

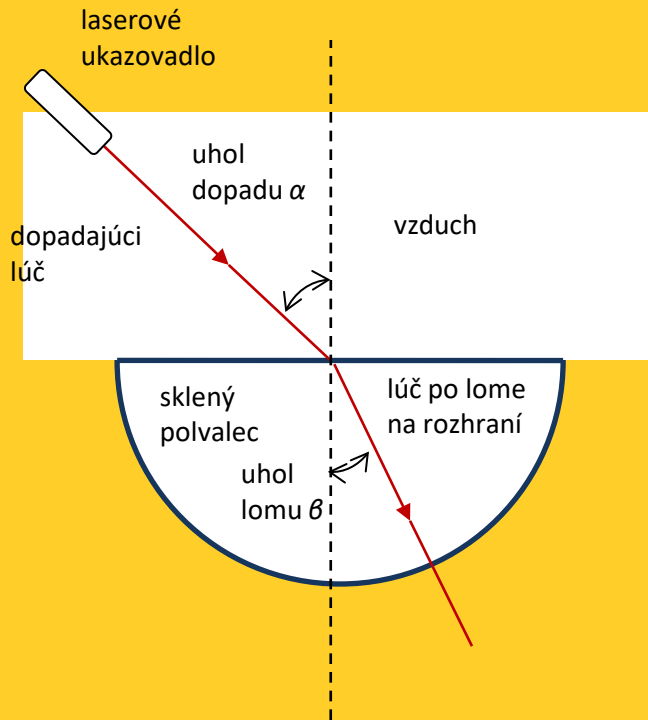
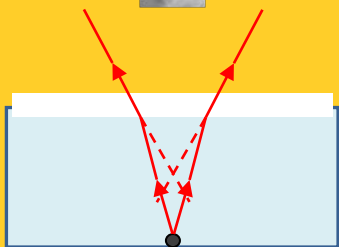
*Artikulácia* (zverejnenie) – učiteľ povzbudzuje žiaka verbalizovať jeho vedomosti a myslenie.

*Reflexia* – učiteľ umožňuje žiakovi porovnávať jeho výkony s výkonmi iných.

*Bádanie* – učiteľ vyzýva žiaka stanoviť a riešiť jeho vlastný problém.



*Hubblava konštanta*



# Phenomenological primitives

P-prims, Andrea diSessa, 1993-2013 ...

Maintaining agency (a light bulb to stay lit)

Actuating agency (hammer and a bell)

„resistance“ p-prim

„interference“ p-prim

„supporting“ p-prim

„guiding“

„clamping“

„abstract balance“ p-prim

„abstract imbalance“

„overshooting equilibration“

„slowing equilibration“

„working harder“

change takes time

Antropomorphic terms:

e.g. „It’s trying to reach equilibrium.“

Casual chaining (learning mechanism);

Time sequencing

Temporal chaining (learning mechanism)

Mathematical regularities – possible elements used in composition

**Activation of an p-prim in certain contexts is inappropriate.**



# Phenomenological primitives

P-primis, Andrea diSessa, 1993-2013 ...

Name	Key attribute	Prototypical circumstance
„Increased effort begets increased result“		
Ohm's p-prim:	Agency (and also resistance)	Pushing box, variable effort, different surfaces
„dying away“	Fading amplitude	Sound of a stuck bell
„maintaining agency“ (continuing push)	Steady effort	A car engine propelling a car
Dynamic balance	Conflict	Equal and opposing competing forces



# Constructivism



**?? Nowadays ??**

?? students' intuitive knowledge about representations ??

**...pupil in a society...**

Social constructivism ...1993 ... 2005...

**...pupil in a centre ... bottom-up study**

Fine-grained constructivism – cognitive constructivism, ...1980...

**...not a tabula rasa ....**

Misconception constructivism – cognitive constructivism, ...1950...

Velanová, 2015, str. 83

**U:** „*Rozumiete tomuto vzťahu?*“

**Ž:** „*Musím mu rozumieť? Nestačí, keď sa to naučím naspamäť?*“

**Ž:** „*Prečo sa nás to pýtate? Aj tak to nevieme. Nemôžete nám povedať vzorec?*“

**Ž:** „*Prečo nám dávate takéto úlohy? Na to treba logické myslenie. Ja takto rozmýšľať neviem.*“

Beginning in the mid-1980s, several influential developmental psychologists began advocating the **theory theory**: the view that humans learn through a process of theory revision closely resembling the way scientists propose and revise theories. Children observe the world, and in doing so, gather data about the world's true structure. As more data accumulates, children can revise their naive theories accordingly. Children can also use these theories about the world's causal structure to make predictions, and possibly even test them out. This concept is described as the 'Child Scientist' theory, proposing that a series of personal scientific revolutions are required for the development of theories about the outside world, including the social world.

**U:** „*Ak by som mala porovnať vašu skupinu so skupinkou škôlkárov a nájsť desať rozdielov, tak nájdem len dva rozdiely, ... a ... majú brady (sú zarastení). Inak nič.*“

**Ž:** „*Musím si to písať?*“

# Constructivism story

**An interpretation would be that the student constructed that idea at the moment. This construction would be based on other knowledge, such as the (appropriate) knowledge that moving closer to the Sun would make the Earth hotter.**

Intuitive physics – fragmented collection of ideas

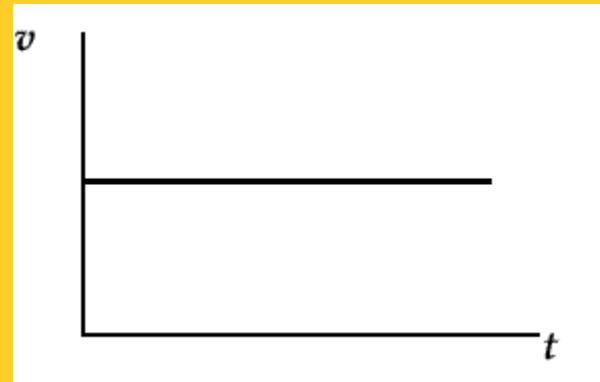
**Why it is hotter in the summer than in the winter?  
The Earth is closer to the Sun.**

Transition to scientific understanding involves a major structural changes towards systematicness

# Constructivism story

within a misconceptions framework,  
this is taken to show that students are  
misreading the velocity graph as a position  
graph, a mistake the student is likely to make  
on other velocity graphs; see McDermott *et al.* (1987) and Leinhardt *et al.* (1990).

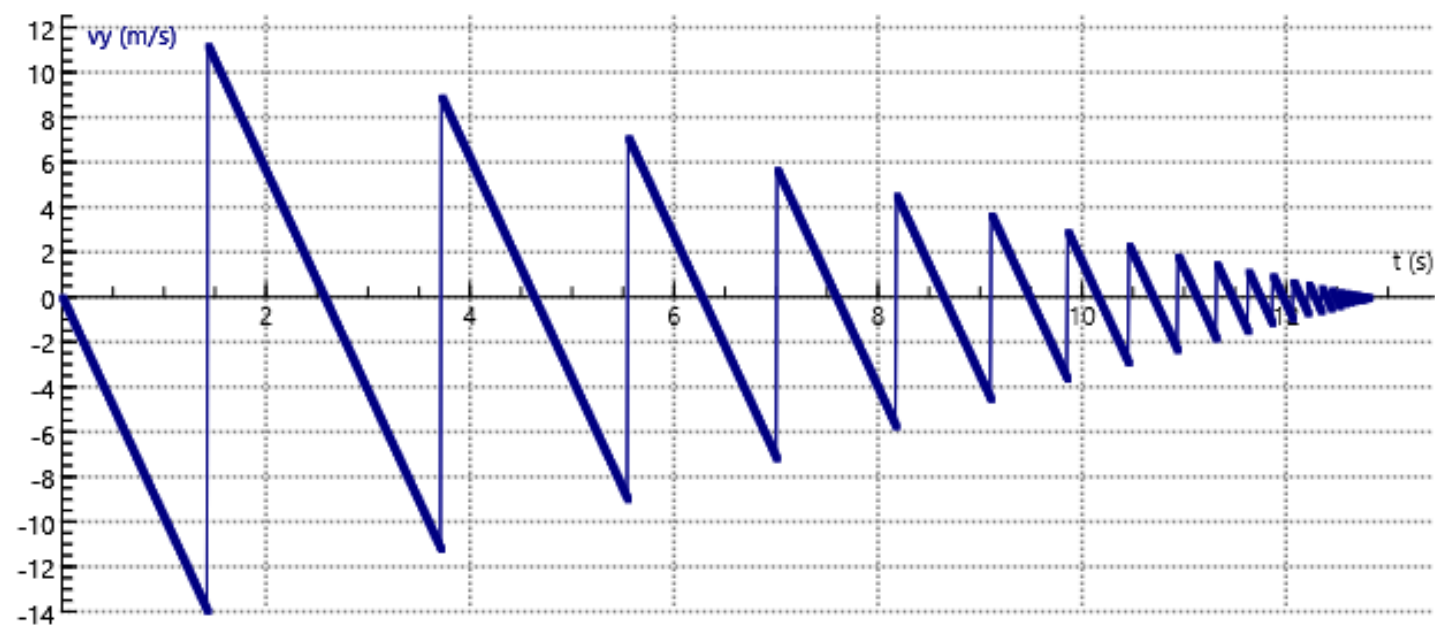
within a fine-grained framework,  
the flat horizontal line can be taken to activate *Stillness*, an  
element of cognitive structure associated with lack of motion. In  
this story, if *Stillness* gets cued when the student is thinking about  
the car itself, she is likely to conclude that it's motionless. By  
contrast, if she is consciously thinking of the car's speedometer  
needle when *Stillness* gets activated (**perhaps due to a teacher's  
intervention**), then she is more likely to interpret the graph as  
indicating steady motion. So, the fine-grained account predicts  
some context-dependent inconsistencies

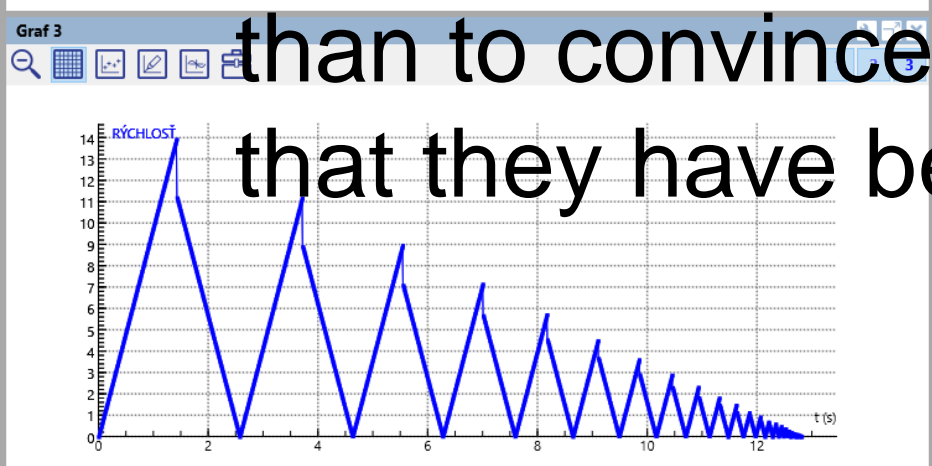
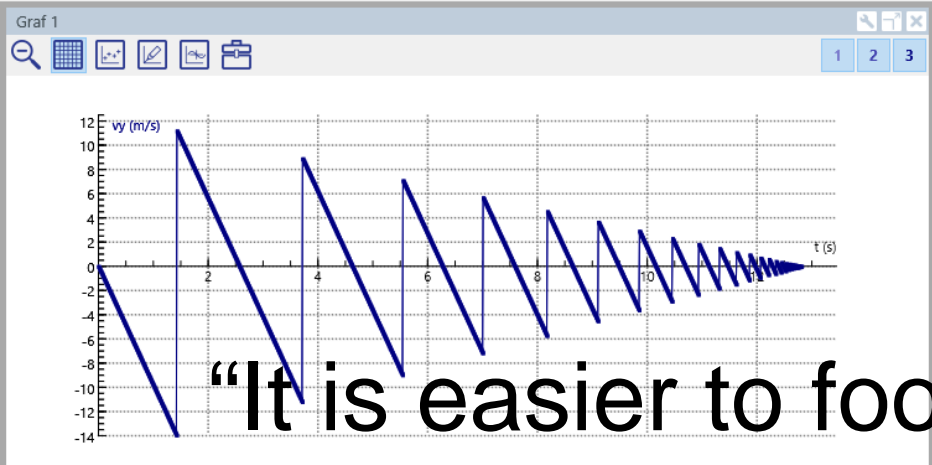


Novices sometimes think the car isn't  
moving



Graf 1





EMPIRICAL

Bottom-up study  
of the nature of  
knowledge elements  
and processes

“It is easier to fool people  
than to convince them  
that they have been fooled.”

Mark Twain

## Ukážka časti rozhovoru s respondentkou 2K Velanová, 2015, str. 98

### Úloha 2A

2K: *No a povedala som že tá najväčšia, pretože ona akoby menej zmenšuje ten obraz, teda menej zväčšuje ten obraz (pozn. respondentka počas prípravy manipulovala s jednotlivými šošovkami a sviečkou, ktorú mala k dispozícii pri riešení úlohy č. 2.), čo znamená, že tie lúče, teda to, kde sa stretnú je akoby menej nereálne.*

I: Menej nereálne?

2K: *Tým myslím to, že keď sa niečo zväčší, tak to znamená predsa, že tie lúče si akoby len predstavujeme, že sa spojili, ale naozaj sa nespoja. Nie? No takže, keď je to ... ja neviem, už som sa zaplietla. Ale prišlo mi to také logické, že ak by ten bod, kde sa oni ako keby premietnu v jednom nereálnom obraze, bol menej nereálny, bližšie k tomu, že by sa naozaj zobrazil, tak sa nám viac stretne tých lúčov.*

...

V: Tak čo, je toto skutočné, alebo neskutočné?

2K: *Podľa mňa ... počkať ... to neviem. Ja mám s tým skutočným a neskutočným obrazom mišmaš. Toto je skutočný .... skutočný, podľa mňa. Pretože, ... pretože.... (ticho)... Lebo neskutočné sú tie, ktoré vidíme len vnútri v šošovke, nie na tienidle. Či?*

V: Tak. Vieš spojkou spraviť aj neskutočný obraz?

2K: *Mala by som. Však to je tak, že rozptylka vie spraviť len neskutočné a spojka vie aj skutočné, aj neskutočné. Ale neviem ako, takto by som mohla skúsiť ... (Pozn. respondentka manipuluje so spojkou a priblíži ju k zadaniu.) Takto.*

V: Ok, tá časť b?





**Welcome!!**

Rolling can and  
friction

# One of the greatest discoveries

~~P-primis~~, Andrea diSessa, worked about 1983, published 1988

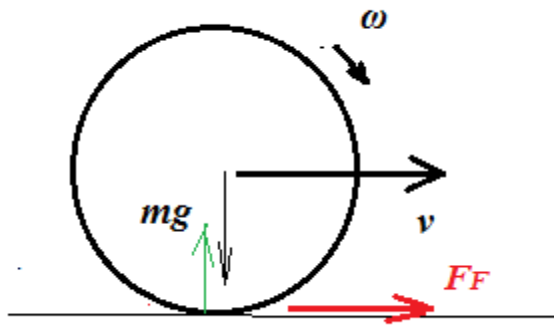
Changing the Quality and Time Scale of Exercises

In high school I could profitably think about a problem for weeks, I could get valid insight, make progress, see things gradually fall into place .

Use of computers

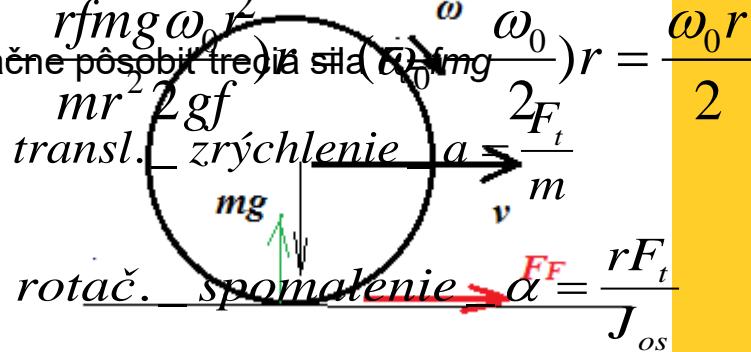
PRÍKLAD – rotujúca plechovka na stole

eficientu trenia a pre obruč je polovicou



$$KE_{\text{začiatocná}} = \frac{1}{2} J_{os} \omega_0^2$$

$$)r = (\omega_0 r - a t) r = \frac{\omega_0 r}{2}$$



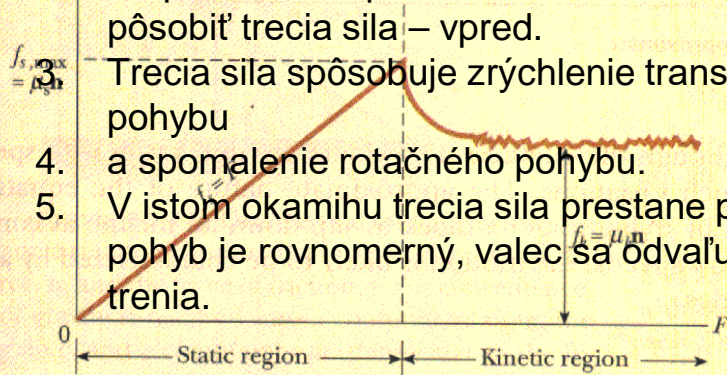
1. Valec má kinetickú energiu rotačného pohybu.

2. Po položení na podložku na valec začne pôsobiť trecia sila – vpred.

3. Trecia sila spôsobuje zrýchlenie translačného pohybu

4. a spomalenie rotačného pohybu.

5. V istom okamihu trecia sila prestane pôsobiť, pohyb je rovnomerný, valec sa odvaluje bez trenia.



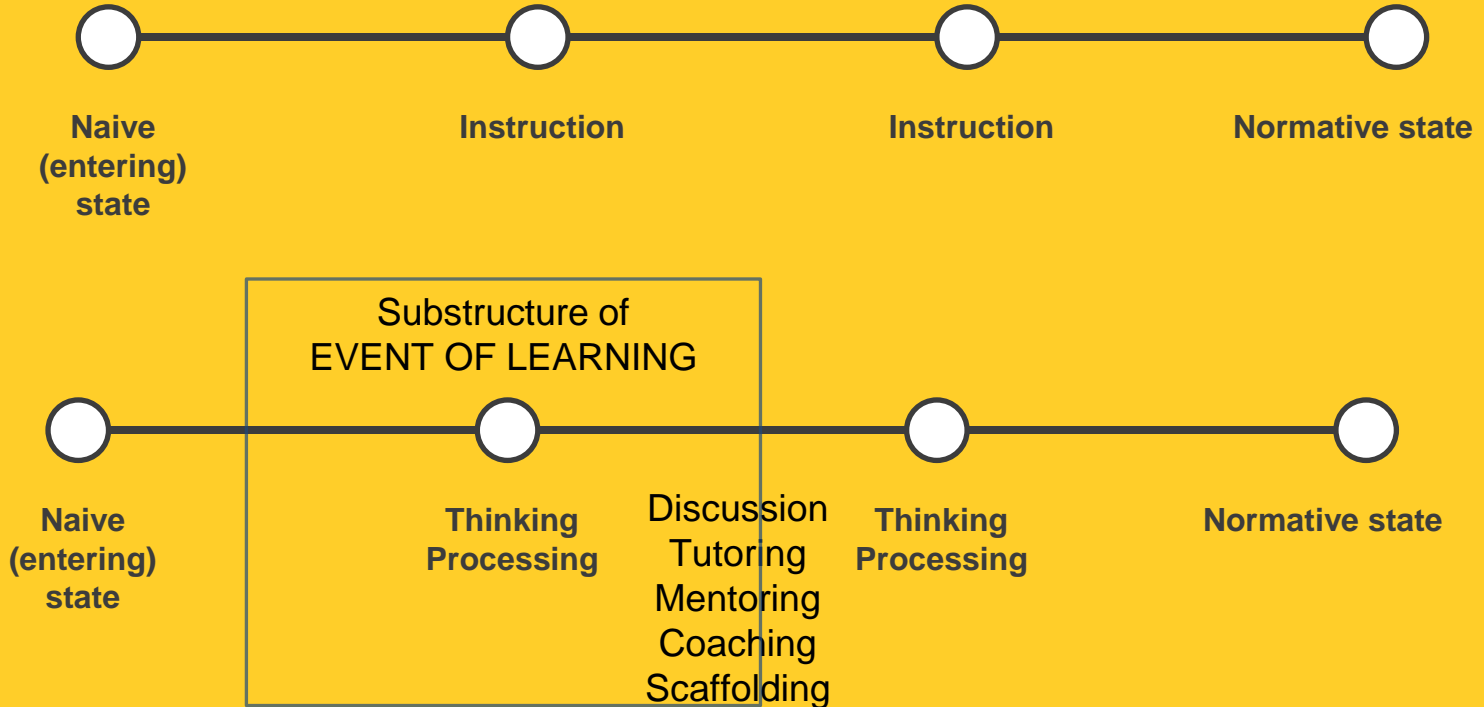
Trecia sila prestane pôsobiť, keď  $v = \omega r$   
Teda keď (použijeme kinematiku rovnomerne zrýchelného pohybu):

$$(v = \omega r) a t = (\omega_0 - \alpha t) r$$

$$t_{\text{obruč}} = \frac{\omega_0 r}{a + \alpha r} = \frac{\omega_0 r}{\frac{F_t}{m} + \frac{r F_t}{m r^2}} = \frac{\omega_0 r}{2 g f}$$

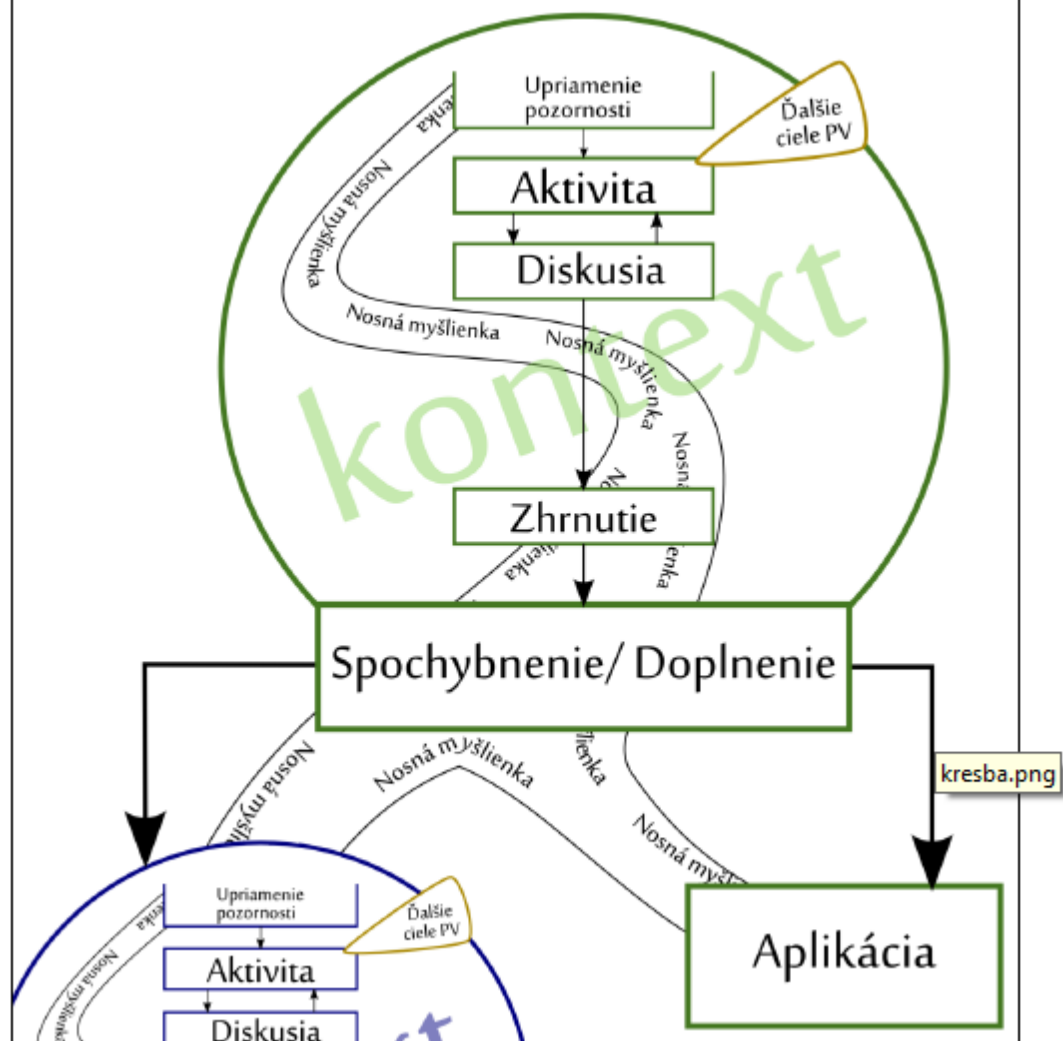
# Our Research

processing



# Substructure of EVENT OF LEARNING

Thinking Processing	Discussion	T
	Tutoring	Pr
	Mentoring	
	Coaching	
	Scaffolding	



# Where we aren't

**Problem solving**

And where we are ...

Skills acquisition

Conceptual change

Intuition ... Physical intuition = vocabulary of p-prims

**Prvá skupina stratégií sa zhoduje v niekoľkých krokoch. Tieto postupne uvedieme a objasníme na príklade interferencie svetla.**

**Odhalenie študentských predstáv ako odozva na prezentovaný jav.**

*Vyzvanie študentov k vysloveniu hypotézy, ako bude vyzerať obraz na tienidle pri dvojštrbinovom experimente. Očakávanie veľkej časti študentov – dva svetlé body na tienidle.*

**Vedenie študentov k uvedomeniu si vlastných, resp. spolužiakových myšlienok.**

*Vyzvanie študentov, aby svoju hypotézu zdôvodnili. Vysvetlenie študentov je založené na predstave priamočiareho šírenia svetla. Časť lúča prejde jednou štrbinou, časť druhou a časť sa odrazí späť, za štrbinami sa časti lúča svetla šíria priamočiara k tienidlu.*

**Vytvorenie kognitívneho konfliktu pri pokuse študentov vysvetliť predostretú udalosť.**

*Demonštrácia dvojštrbinového experimentu.*

**Povzbudenie a vedenie k akomodácii poznatkov a vytvoreniu „nového“ modelu.**

*Pripomenutie podobnej situácie, ktorú „zažili“ na hodine fyziky – experiment s dvoma reproduktormi, ktoré sú vedľa seba v približne metrovej vzdialenosti a vydávajú nejaký tón. V rôznych častiach triedy počuli zvuk rôznej intenzity. Keď prechádzali popri zadnej stene počuli v niektorých miestach tón hlasnejšie a v iných tichšie.*

Velanová, 2015, str. 44 (upravené)

### **Zadanie úlohy pre smerovanie pozornosti.**

*Nakresli sily, ktoré pôsobia na knihu ležiacu na stole. Väčšina študentov neznázorní silu, ktorou pôsobí na knihu stôl.*

### **Uvedenie analogickej situácie, ktorá sa opiera o správne študentské predstavy.**

*Zodvihnutie knihy zo stola. Žiaci si uvedomujú, že na knihu pôsobí silou aj ruka.*

### **Vyzvanie študentov, aby porovnali tieto dva prípady a našli analógiu.**

*Analyzovanie podobných a rozdielnych znakov situácie, keď kniha leží na stole, keď ju dvíhame, a keď ju držíme v ruke.*

### **Uvedenie ďalších situácií pri odmietnutí analógie študentmi.**

Pri porovnávaní uvedených dvoch skupín stratégií vidíme dva dôležité spoločné body.

- aktivovanie predchádzajúcich vedomostí;
- aktivita študentov.







and Inside  
Feel the world around You.  
Cognition and Metacognition

# Curriculum Design basic ideas

How many people in Petržalka should be acquainted with Archimedes principle?

Nature of Science

Technology

Despite their mutual dependence they are based on different values: science on evidence, rationality and the quest for deeper understanding; technology on the practical, the appropriate and the useful with an increasingly important emphasis on sustainability.

<http://undsci.berkeley.edu/article/scienceflowchart>

## **Core**

Measurements and uncertainties

Mechanics

Thermal physics

Waves

Electricity and magnetism

Circular motion and gravitation

Atomic, nuclear and particle physics

Energy production

Option:

## **Option**

A. Relativity

B. Engineering physics

C. Imaging

D. Astrophysics

## **Additional higher level (AHL)**

9. Wave phenomena

10. Fields

11. Electromagnetic induction

12. Quantum and nuclear physics

Why, for who, who it is for, what are the goals and aims ....

??? how ???

to develop people

young people

to create a better world

to create a better world  
through education

to encourage students

...

to understand other people

with their differences

develop in students the knowledge, skills and attitudes

Why, for who, who it is for, what are the goals and aims ....

??? how ???

to develop people

young people

to create a better world

to create a better world  
through education

to encourage students

encourage students

to understand other people

with their differences

To recognise common humanity

Shared guardianship of the planet

Responsible member of local, national and global communities

approaches to learning:  
developing thinking skills,  
social skills,  
communication skills,  
self-management skills  
research skills)

approaches to teaching:  
inquiry-based,  
conceptually focused,  
contextualized,  
collaborative,  
differentiated  
informed by assessment

Academic honesty serves to promote personal integrity

teachers:  
- of learners  
- of content

Why, for who, who it is for, what are the goals and aims ....

## Mission statement

aims to develop inquiring, knowledgeable and caring young people who help to create a better and more peaceful world through intercultural understanding and respect To this end the organization works with schools, governments and international organizations to develop challenging programmes of international education and rigorous assessment. These programmes encourage students across the world to become active, compassionate and lifelong learners who understand that other people, with their differences, can also be right.



We strive to be:

INQUIRERS

KNOWLEDGEABLE

THINKERS

COMMUNICATORS

PRINCIPLED

OPEN-MINDED

CARING

RISK-TAKERS

BALANCED

REFLECTIVE

What we will teach - Physics content

How will we know, if we are successful - Assessment

Who should know, to what level, we are successful – and in which parameters

Approaches to teaching

Approaches to learning

External /internal assessment

Peer – assessment

Parents

Glossary

Who should know ...

Physics teachers

Other science teachers

Other teachers

Students

Parents

Prospective students and their parents

General community

## The key concepts across the curriculum

Aesthetics

Connections

Form

Perspective

**Change**

Creativity

Global interactions

**Relationships**

**Communication**

Culture

Identity

**Systems**

**Communities**

Development

Logic

**Time, place and space**

How do we distinguish science from pseudoscience?

When performing experiments, what is the relationship between a scientist's expectation and their perception?

How does scientific knowledge progress?

What is the role of imagination and intuition in the sciences?

What are the similarities and differences in methods in the natural sciences and the human sciences?

appreciate scientific study and creativity within a global context through stimulating and challenging opportunities

acquire a body of knowledge, methods and techniques that characterize science and technology

apply and use a body of knowledge, methods and techniques that characterize science and technology

develop an ability to analyse, evaluate and synthesize scientific information

develop a critical awareness of the need for, and the value of, effective collaboration and communication during scientific activities develop experimental and investigative scientific skills including the use of current technologies develop and apply 21st-century communication skills in the study of science

become critically aware, as global citizens, of the ethical implications of using science and technology develop an appreciation of the possibilities and limitations of science and technology

develop an understanding of the relationships between scientific disciplines and their influence on other areas of knowledge.

## Mathematical requirements

perform the basic arithmetic functions: addition, subtraction, multiplication and division

- carry out calculations involving means, decimals, fractions, percentages, ratios, approximations and reciprocals
- carry out manipulations with trigonometric functions
- carry out manipulations with logarithmic and exponential functions (HL only)
- use standard notation (for example,  $3.6 \times 10^6$ )
- use direct and inverse proportion
- solve simple algebraic equations
- solve linear simultaneous equations
- plot graphs (with suitable scales and axes) including two variables that show linear and non-linear relationships
- interpret graphs, including the significance of gradients, changes in gradients, intercepts and areas
- draw lines (either curves or linear) of best fit on a scatter plot graph
- on a best-fit linear graph, construct linear lines of maximum and minimum gradients with relative accuracy (by eye) taking into account all uncertainty bars
- interpret data presented in various forms (for example, bar charts, histograms and pie charts)
- represent arithmetic mean using  $\bar{x}$  notation (for example,  $\bar{x}$ )
- express uncertainties to one or two significant figures, with justification.

Pre dnešok KONIEC