

Augmented Reality a vyučovanie

výber z teórie a autorských postupov



Dušan Kostrub
Zuzana Berger Haladová
Martina Bátorová
Andrej Ferko

Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Bratislava, 2020

Augmented Reality a vyučovanie

výber z teórie a autorských postupov

Dušan Kostrub
Zuzana Berger Haladová
Martina Bátorová
Andrej Ferko

Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Bratislava, 2020

Publikácia vydaná v rámci grantu KEGA 012UK-4/2018 *CEPENSAR*

Recenzenti: doc. RNDr. Daniela Velichová, PhD., STU Bratislava
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., ELTE Budapest
Návrh obálky: Zuzana Berger Haladová
Sadzba: Róbert Bohdal
Vydavateľ: Knížničné a edičné centrum FMFI UK Bratislava

© RNDr. Martina Bátorová, PhD., RNDr. Zuzana Berger Haladová, PhD.,
doc. RNDr. Andrej Ferko, PhD., doc. PaedDr. Dušan Kostrub, PhD., 2020

ISBN 978-80-8147-099-8

Úvod	3
1 Educatio – Ostium Primum de Motum Discursivum Opera Didactica et Investigationem	7
1.1 Úvod	8
1.2 Konceptuálne rámce výskumníka	9
1.2.1 Rámec diskurzivity	9
1.2.2 Rámec konštrukcionistickej a diskurzívnej výučby	10
1.2.3 Rámec rozšírenej reality	25
1.3 Proces výučby v architektúre výskumu	25
1.4 Očakávania a účel výskumu	28
1.5 Dĺžka času a intenzita zberu výskumných údajov	32
1.6 Vhodnosť výskumných nástrojov	32
1.7 Etické otázky (problémy)	33
1.8 Výskumný problém	33
1.9 Elaborácia výskumného materiálu	37
1.10 Výsledky	38
1.11 Myšlienky pre pokračujúce skúmanie	40
1.12 Myšlienky na záver	41
Literatúra	43
2 Globálna a lokálna zaujímavosť vo vyučovaní geometrie a rozšírenej reality	45
2.1 Úvod: zaujímavosť zaujímavosti	47
2.2 Integrácia technológie a výučby	56
2.3 Augmented Reality, virtuálne múzeum a meranie kvality	61
2.3.1 Augmented reality vs. virtual reality	61
2.3.2 Mílniky	62
2.3.3 Systémy AR	65
2.3.4 Dve klasifikácie AR	67
2.3.5 Zaradenie podľa typu zariadenia	67
2.3.6 Zaradenie podľa vnímania	69
2.4 Virtuálne múzeum a VR	70
2.4.1 Vzorový príklad, stavebné bloky a úrovne odoziev	70

2.4.2	Formy komunikácie a multimedialne objekty	73
2.5	Tvorba multimedialneho titulu	76
2.6	Virtuálna realita, jej 5 typov a 4 druhy realizmu	79
2.7	Tvorba a príklad virtuálneho múzea	81
2.8	Klasický projekt Construct3D na Youtube v prehľade 90 sekúnd	85
2.9	Dve prípadové štúdie	88
2.9.1	Chybné metafory	88
2.9.2	Energia omylu	91
2.9.3	Vybrané otázky a ich zamýšľaný cieľ	91
2.9.4	Vyhodnotenie a závery	94
	Na záver	95
	Literatúra	99

Úvod

Kniha by mala ponúknuť vyučujúcim užitočný prehľad didaktickej teórie a autorských postupov **na integráciu novej technológie vo vzdelávacích procesoch a prostrediach**, lebo „Rozšírená realita (AR) pozmeňuje podmienky procesu výučby...“ (Kostrub).



Obr. 1: Z kurzu AR pre deti z vedeckej výstavy Virtuálny svet 2012 online <http://www.sccg.sk/ferko/VirtualnySvet2012-finalPCRevue.pdf>

Prehľad v slovenčine prispieva do výstupov projektu CEPENSAR, **Koncepcia konštrukcionizmu a rozšírenej reality v prírodovednej a technickej oblasti primárneho vzdelávania uvedieme (2018-2020)**. *„Štúdium vedy a techniky a podpora kritického stanoviska sú dôležité pre rozvoj celej spoločnosti. V dnešnej dobe existuje spoločenská potreba skvalitniť výučbu prírodovedných a technických predmetov v primárnom vzdelávaní v súlade s novým Štátnym vzdelávacím programom, v kontexte sociálneho konštrukcionizmu a aktuálnych trendov uplatňovania digitálnych technológií vo výučbe s akcentom na fenomén rozšírenej reality. Doplnenie o rozšírenú realitu umožní lepšie pochopiť obsahy viacerých prírodovedných a technických tém, a tým aj podporí rozvoj kritického i hodnotiaceho myslenia žiakov 1. stupňa ZŠ. Zámerom projektu je skvalitnenie výučby vysokoškolských študentov učiteľstva primárneho vzdelávania, a to aj vydaním dvoch koncepcie inšpiratívnych a inovatívnych vysokoškolských učebníc v tlačenej aj elektronickej podobe - didaktiky prírodovedných predmetov a didaktiky technickej výchovy s využitím digitálneho prostredia a rozšírenej reality. Cieľom je aj vytvorenie metodických*

materiálov pre učiteľov primárneho vzdelávania v praxi, ktoré budú voľne dostupné na portáli projektu a vytvorenie návrhu kontinuálneho vzdelávania pre učiteľov primárneho vzdelávania v predmetnej oblasti. Ústrednou myšlienkou je rozvoj kľúčových spôsobilostí (ako určitého konglomerátu spolu s hodnotami, postojmi a samotným poznaním) žiakov na úrovni, ktorá je pre nich osobne dosiahnuteľná. Podľa Štátneho vzdelávacieho programu sú v etape primárneho vzdelávania za kľúčové považované: komunikačné spôsobilosti, matematická gramotnosť a gramotnosť v oblasti prírodných vied a technológií, spôsobilosti v oblasti digitálnej gramotnosti, spôsobilosti učiť sa učiť, riešiť problémy...“

Kľúčovou anglickou publikáciou v danej oblasti „skúmanie efektívnych vzdelávacích metód a prístupov, globálny vzdelávací trend, spoločenské a technologické vplyvy na vzdelávanie“, sa na čas stala **Augmented Reality in Educational Settings**, ed. Prof. Theodosia Prodromou, (Prodromou, 2019), do ktorej prispeli viacerí členovia tímu CEPENSAR. Náš text ponúka v slovenčine prieskum z dvoch ďalších hľadísk, ktoré sú v anglickej knihe u viacerých autorov naznačené. Rozšírená kapitola s prehľadom AR zariadení v slovenčine vychádza paralelne ako samostatná monografia (Bohdal, 2020).

Kapitola 1 poskytuje obraz o ideovom zámere akčného výskumu v školskom edukačnom kontexte. Prezентuje metodologické zázemie vybraného projektu **Rozšírená realita vo výučbe** a prehľad uvažovania, konania, reflektovania a výskumného úsilia skúmania názorov (sociálnych reprezentácií v privátnych interpretáciách) subjektov procesu výučby, v ktorom sa uplatňuje koncept rozšírenej reality. Rozšírená realita pozmeňuje podmienky procesu výučby a pre učiteľov je žiaduce poznať ako sa menia podmienky výučby a zároveň porozumieť tomu, aký vplyv majú tieto zmenené podmienky na učiace sa a vyučujúce subjekty. Zároveň kapitola poukazuje na potrebu skúmať tieto zmenené podmienky, aby sa mohol prehodnotiť didaktický rámec pod vplyvom ich pôsobenia v spleti didaktických vzťahov a zákonitostí. Kapitola tiež prezentuje **konštrukcionistické poňatie procesu výučby**, ktoré je vhodné na uplatnenie a využívanie rozšírenej reality v prospech sociálneho konštruovania sociálnej reality.

Cieľom Kapitoly 2 je ponúknuť výklad **objasnenia zaujímavých komunikačných situácií** pomocou teórie i skúseností z virtuálneho kultúrneho dedičstva. Výklad ilustrujeme na vybraných témach geometrie a rozšírenej reality (AR). Diskutujeme o implikáciách pre tvorbu AR aplikácií na výučbu (nielen) matematiky. Rozlišujeme globálnu a lokálnu zaujímavosť, tému a jej prezentáciu. Predstavujeme vybrané prípadové štúdie a v súbore verbálne opísaných morfológických tabuliek užitočné postupy pri návrhu buď virtuálneho múzea, alebo AR prezentácie s využitím rétorických postupov,

zovšeobecnených na multimedialne objekty či komunikáty. Jediná explicitná tabuľka pre klasifikácie AR ilustruje, ako konštruovať ďalšie. Virtuálnym múzejníctvom inšpirovaný pojmový model možno aplikovať aj na hodnotenie výučbovej komunikácie, napr. v časti 2.8.

Priebežne v druhej kapitole i na záver odkazujeme na **ďalekosiahlejšie myšlienky**, ktorými premýšľanie o technológii a tvorivosti obohatili predovšetkým Pólya, Bimber & Raskar, Schmalstieg et al., Altshuller i Gruner & Csikszentmihalyi, v textoch o teórii matematickej tvorivosti, rozšírenej realite, vyučovaní geometrie v projekte **Construct3D**, **TRIZ** (vývoj technologických systémov) a **Engineering Creativity in an Age of Artificial Intelligence** (inžinierska tvorivosť v ére umelej inteligencie).

Radi by sme sa poďakovali obom recenzentkám, doc. Daniele Velichovej i prof. Veronike Stoffovej, za dôkladné posúdenie a mnoho výstižných návrhov na vylepšenie obsahu, terminológie i formy nášho výkladu problematiky.

Knihu sprístupňujeme aj online na flurry.dg.fmph.uniba.sk/webog/SuboryOG/ferko/KnihaARaVyucovanie.pdf.

1

Educatio – Ostium Primum de Motum Discursivum Opera Didactica et Investigationem

Skúmanie konštrukcionistického učenia sa a výučba s využitím rozšírenej reality

DUŠAN KOSTRUB

PEDAGOGICKÁ FAKULTA UK BRATISLAVA

Abstrakt

Kapitola poskytuje obraz o ideovom zámere akčného výskumu v školskom edukačnom kontexte. Prezentuje metodologické zázemie vybraného projektu Rozšírená realita vo výučbe. Obsahuje prehľad uvažovania, konania, reflektovania a výskumného úsilia skúmania názorov (sociálnych reprezentácií v privátnych interpretáciách) subjektov procesu výučby, v ktorom sa uplatňuje koncept rozšírenej reality. Rozšírená realita pozmeňuje podmienky procesu výučby a pre učiteľov je žiaduce poznať ako sa menia podmienky výučby a zároveň porozumieť tomu, aký vplyv majú tieto zmenené podmienky na učiace sa a vyučujúce subjekty. Zároveň kapitola poukazuje na potrebu skúmať tieto zmenené podmienky, aby sa mohol prehodnotiť didaktický rámec pod vplyvom ich pôsobenia v sieti didaktických vzťahov a zákonitostí. Kapitola tiež prezentuje konštrukcionistické poňatie procesu výučby, ktoré je vhodné na uplatnenie a využívanie rozšírenej reality v prospech sociálneho konštruovania sociálnej reality.

Kľúčové slová: konštrukcionizmus, didaktická interakcia, kvalitatívna metodológia, kvalitatívny výskum, učitelia, študenti

Abstract

The chapter provides a picture of the idea of action research in a school educational context. The chapter deals with the methodological inspiration of the specific project augmented reality in the teaching and learning process. The chapter is a reflection of the thinking, conduct, reflection and research effort of investigation the views (social representations in private interpretations) of subjects of the teaching and learning process in which the concept of augmented reality is applied. Augmented reality alters the conditions of the learning process, and it is desirable for teachers to know how the learning conditions change and to understand how these changed conditions affect the learning and teaching subjects. The chapter emphasizes the need to investigate these changed conditions in order to re-evaluate the didactic framework under the influence of their action in the context of didactical relations and norms. The chapter also presents a constructionistic concept of the learning and teaching process, which is suitable for the application of augmented reality.

Keywords: constructionism, didactic interaction, qualitative methodology, qualitative research, teachers, students

1.1 Úvod

Zaoberať sa dvomi vysoko aktuálnymi témami ako je koncept **rozšírená realita** a koncept **konštrukcionistická výučba** je vysoko podnetné a inšpiratívne. Podnetnosť a inšpiratívnosť ešte naberajú na sile, pretože ako pridaná hodnota je tu rámec exkluzivity, ktorý podporuje uplatnenie kvalitatívnej metodológie. Akosi príde prirodzené spájať rozšírenú realitu s konštrukcionistickou výučbou pre tých výskumníkov, ktorí uvažujú v intenciách diskurzívnej psychológie a kvalitatívnej metodológie. Ak sú objektom výskumu myšlienky subjektov, aj s analyzovaním ich vzniku a zmien, kvantitatívna metodológia sa stáva nepoužiteľná a neudržateľná. Tu prezentovaná idea výskum a výučba sa spája s deťmi, žiakmi, študentmi, ich učiteľmi a výskumníkmi. Výber subjektov výskumu bol zámerný, dôkladný (vzhľadom na objekt samotného skúmania) a bol v zmysle princípov kvalitatívnej metodológie. Čo sa týka charakteru vzorky išlo o vzorku homogénnych prípadov, pretože subjekty výskumu vlastnia istý typ skúsenosti v súvislosti s tematickým jadrom objektu skúmania, keďže výskumník skúma realitu z centra problému, javu. Zároveň išlo tiež o vzorku typického prípadu, v ktorej ide o definovanie typickosti, ktorá sa konštruuje vychádzajúc z konsenzu názorov kľúčových participantov (informantov), ktorí poznajú skúmanú a tematizovanú realitu; jej zámerom

je ukázať, kto je stotožnený s didaktickou realitou – kto pozná jej rôzne benefity a riziká. Konštantne vedená induktívna a participatívna výučba druhým učiteľom výskumníkom bola rovnako určujúcim faktorom pri výbere.

1.2 Konceptuálne rámce výskumníka

1.2.1 Rámec diskurzivity

Vychádzajúc z diskurzívnej psychológie vidíme zmysel v skúmaní vzťahu diskurz - myseľ v otázke sociálneho konštruovania poznania; čiže zjednodušene naznačené, pochopením závislosti „aký charakter a obsah má diskurz, tak je myseľ ním utváraná“.¹ Ako uvádzajú Harré & Gillett v (Harré et al., 2001), spôsob, akým človek o objektoch rozmýšľa, ovplyvňuje a riadi jeho správanie. Konceptualizácii nejakej veci nemôžeme porozumieť bez určenia toho, čo s ňou niekto robí alebo čo o nej hovorí v tematicky relevantnom diskurze, v ktorom má konkrétna vec zmysluplné miesto. Každá teória myslenia by mala vysvetliť akú rolu zastáva fyzikálny objekt pri objasnení komplexného správania, ktoré nasleduje potom, keď bol konkrétny fyzikálny objekt (napríklad cestovný lístok) pochopený ako konkrétne práve ten objekt (cestovný lístok). Uvedený príklad objasňuje, ako využitie určitého pojmu na nejakú vec umožňuje konať spôsobmi, akými by sme inak nekonali. V našom dizajne skúmania vsádzame na túto informačnú zábezpeku. Zároveň vidíme vzťah medzi spôsobmi konania (ako kultúrnymi praktikami), spôsobmi komunikovania rozpravou (ako diskurzívnymi praktikami) a spôsobnosťami (ako subjektívne operujúcimi následkami sociálne podmienených spôsobov konania). Myšlienky ľudí o veciach sú intencionálne (nasmerované na ciele), lebo pramenia z činností ľudí a sú zároveň aj komunikovateľné, s. 67, (Harré et al., 2001). Človek je subjekt, bytosť, ktorá vždy aktívne štrukturuje novú konkrétnu situáciu a prideluje jej konkrétny význam. Potom nie samotná situácia, ale jej interpretácia rozhoduje o tom, ako sa človek zachová. Medzi

¹V súčasnosti sú prehodnocované doteraz uplatňované kultúrne kognitívne amplifikátory poznania, ktoré stoja mimo individuálnych myslí, ktoré ale rozširujú kognitívne možnosti mysle. Uvažovanie sa posúva ďalej od týchto „zabehnutých“ kognitívnych protéz, lebo nadobúdanie kultúrne akumulovaného poznania bude vyžadovať ovládanie nových (iných) explicitných systémov reprezentácie. Ide o také explicitné systémy reprezentácie, na ktorých sa konštituuje veľká časť konkrétnej ľudskej kultúry; tieto zároveň formátujú kultúru a ňou zase je formátovaná myseľ učiaceho sa subjektu. Interiorizácia týchto nových explicitných systémov reprezentácie (poznania) umožní tak reštruktúraciu vlastnej mysle prostredníctvom nadobúdania (nielen) nového poznania, ale i nových kognitívnych procesov, ktoré budú generovať nové formy reprezentovania sveta. S nimi, novými mentálnymi svetmi, pochádzajúcimi zo svetov rekonštruovaných vlastnou myslou a v interakcii s inými myšliami, sa bude rekonštruovať kultúra. Nové kultúrne generované systémy reprezentovania dosahujú efektívnejšie preformátovanie mysle, rekonštruovanie vlastných mentálnych funkcií (Pozo Municio, 2003).

jednotlivými významami v porozumení konkrétnej situácie a jej psychologickým charakterom sa odohráva dynamická interakcia. Ak konanie nevedie k očakávanému efektu, človek analyzuje situáciu odlišným spôsobom, s. 15, (Harré et al., 2001).

Preto sa výskumne zameriavame na interpretácie a diskurzívnu výstavbu mysle. Táto štúdia predznačuje, že sa môžeme zamerať minimálne na **štyri zaujímavé oblasti skúmania**:

- A) Porozumenie druhým – Čomu iní pripisujú význam/y a prečo? Ako si iní vysvetľujú významy vecí, javov ap.?
- B) Porozumenie sebe samému – Čomu prikladám význam/y a prečo? Ako si ja vysvetľujem významy vecí, javov ap.?
- C) Porozumenie významu regulačných mechanizmov prostredníctvom konverzácie a pravidiel – Ako iní ovplyvňujú mňa a ako ja ovplyvňujem ich?
- D) Porozumenie procesom, ktoré sa vyskytujú na rozhraní sociálneho (oni/ony) a personálneho (ja).

Zjednocujúcim myšlienkou v tejto štúdii je *rozpoznávanie a identifikovanie konverzačných realít, čiže toho ako si subjekty spoločne a vzájomne konštruujú život, svet, realitu prostredníctvom reči*.

1.2.2 Rámec konštrukcionistickej a diskurzívnej výučby

Proces výučby je ľudskou interakciou, transakciou (vzájomnou sociálnou komunikatívnou výmenou) spájajúcimi učiteľa, dieťa/žiaka/študenta a celú skupinu (triedu) do celku dynamických vzájomných vzťahov, ktoré slúžia ako rámec učenia sa a vyučovania chápané ako permanentná zmena, ktorá je aktívne včleňovaná do životného projektu každého individua (Zabalza, 2017). Proces výučby je mnohofaktorový dej, ktorý sa rozvíja na základe kauzálnych väzieb, pričom je cieľovo orientovaný. Zahŕnuje vyučovaciu činnosť učiteľa a učebnú činnosť dieťaťa, žiaka, študenta (Maňák, 2003). Treba mať na pamäti, že usmerňované učenie sa v škole je multifaktorový, mnohoaspektový a polykauzálny pedagogický jav značnej rôznorodosti a zložitosti. Je to zároveň aj ekvifinálny jav (zameraný na dosiahnutie rovnakého cieľa viacerými možnosťami, metódami a stratégiami), keďže rôzne cesty vedú k rovnakému cieľu. Táto pestrosť, viacvrstevnosť, stupňovitosť, hierarchickosť, kontinuálnosť a vysoká organizovanosť v plánovitých (projektovaných) situáciách profesionalizovaného vyučovania je podmienená rozmanitosťou a komplexnosťou cieľov a výsledkov učenia sa, predmetov učenia sa, subjektov učenia sa, spôsobov

učenia sa i kontextu vonkajších a vnútorných podmienok učenia sa (Švec et al., 1998). *Procesu výučby sa oprávnené prikladá dôležitosť, pretože učiteľom a učiacimi sa subjektmi utváraná a súbežne pretváraná didaktická realita je priestorom na plnovýznamové učenie sa, pričom kľúčovým subjektom je učiteľ s jeho koncepciou vyučovania, ktorá má byť v súlade s aktivnosťou učiaceho sa subjektu. Výučba musí byť fúziou učiteľovho vyučovania a učenia sa dieťaťa, žiaka, študenta, frekventanta; nie vedľa seba plynúcimi a na sebe nezávislými procesmi.* Učiteľ individuálnou koncepciou svojho vyučovania zasahuje do procesov učenia sa subjektu a pokiaľ ide o indukčný, či participatívny model výučby, je to nepriama, ale zámerná intervencia. Práve indukčný a participatívny model výučby umožňuje učiacim sa subjektom uplatňovať vlastné stratégie učenia sa v spolupráci s inými a zároveň uplatňovať konglomerát spôsobilostí pri experimentovaní s učivom, učebnou témou. Tieto tézy sú východiskom na koncipovanie tu opisovaného procesu výučby, ktorý má indukčný i participatívny charakter. Priamou povinnosťou učiteľa je vytvárať a udržiavať v triede prostredie, v ktorom je možné učiť sa (Pasch et al., 1998). Jedna z primárnych funkcií výučby musí byť stimulovanie nadobúdania, evokovania motívácií a záujmov, ktoré vo všeobecnosti nikde neexistujú. Tento fakt je každodennou skutočnosťou v školách (Ausubel et al., 1976). Je zarážajúce, koľko učiteľov v súčasnosti ešte verí v moc svojho vysvetľovania, ukazovania a predvádzania (sa) namiesto uplatňovania stratégií podporovania vnútornej motivácie žiakov. Učiteľov komentár (ako reflektívne poňaté sprievodné slovo v diskurze), podpora sebareflexie, podpora pri nastolovaní problémov sú dôležitým sprievodným javom riadenej participácie subjektov vo výučbových aktivitách. Tento celok dynamických vzťahov je rámcom determinovaného zámerného konania subjektov a pre reflektujúceho učiteľa predstavuje platformu jeho úvah. Učiteľ sa zaoberá rôznymi otázkami (tematikou), ktoré sa vynárajú z interpretácie procesu výučby. Učiteľ pátra, hľadá, nachádza, vysvetľuje si, zdôvodňuje na základe analyzovania aktuálneho stavu (status praesens); hľadá porozumenie súvislostiam. Ide o systematické poznávanie zákonitostí (vlastnej) výučby a zmien vyvolávaných dynamikou procesov vyučovania a učenia sa v subjektovo-objektovej dimenzii, ktoré sú zároveň dôležitou spätnou väzbou slúžiacou na skvalitňovanie (vlastnej) učiteľskej praxe. Zákonitosť (ako ustálené pravidlo, ustálená súvislosť konania, z ktorých čosi explicitne vyplýva) je podstatným znakom i podmienkou procesu výučby. Nič sa v ňom nekoná svojvoľne, či mimovoľne („len tak samo osebe“), ale všetko relevantné (podstatné a dôležité) je vyvolávané opakujúcimi sa a permanentne udržiavanými pravidlami i podmienkami. *Konanie učiacich sa subjektov a vyučujúcich subjektov (učiteľov) podlieha zákonitostiam a je nimi determinované (nie však pevne určené).* Ide o organizované usporiadanie subjektov v čase, priestore a v kontexte, v ktorom dominuje zámerne

riadená participácia. *Akákoľvek odchýlka, neprírodnosť ustáleného konania evokuje osobnú, profesijnú i (metodo)logickú pozornosť nevynímajúc fakt, že i zabehnuté systémy bývajú predmetom určitej vedeckej pozornosti.* Konanie je možné len tam, kde sú priestory na konanie, kde subjekt (subjekty) stojí pred možnosťou voľby medzi rôznymi trajektóriami správania. Základom slobody konania je práve medzičlánok informačného procesu ako faktora poznania priestorov konania, určenia rozhodnutia a realizácie konania. Konanie je určované a riadené informačným procesom využívajúcim opisné informácie. Aktér (aktéri) musí disponovať určitou poznávacou kapacitou, ktorá mu umožňuje získať informácie o situácii, o možnostiach konania a o kauzálnych súvislostiach. Nositeľ (nositelia) konania musí byť schopný nejakým spôsobom aktu voľby, a to na základe kognitívnych i praktických informácií, pričom oba druhy informácií sú pre určenie konania potrebné. Objasnenie konania je interpretácia motívu, zámeru, t. z. pokusná zrozumiteľne racionálna rekonštrukcia informačného procesu určujúceho konania (Kováčová et al., 2009). Kultúrne a diskurzívne praktiky vykonávané vyučujúcimi a učiacimi sa subjektmi sú podstatou výučby pre ich naviazanosť na didaktickú realitu; na jej utvárajúce (podmienky, činitele, okolnosti, entity, elementy, faktory a ich vplyvy), pretvárajúce komponenty (stratégie, princípy/zásady, metódy, prostriedky, formy) i podporné komponenty (pomôcky, technika, digitálne technológie). Didaktickú realitu utvára, udržiava a pretvára učiteľ spoločne a vzájomne s deťmi, žiakmi, študentmi, či frekventantmi. *To, čo sa deje vo výučbe a prečo sa výučba uskutočňuje, umožňuje uvažovať o nej na úrovni rôznych perspektív a pripisovať edukačným javom náležité vysvetlenia.*

Náležité vysvetlenia sú späté so subjektovo-objektovým chápaním kompromisu s realitou výučby každého jedného subjektu výučby, ale i vzájomne a spoločne na základe intersubjektového kompromisu. Výučba (ako sa už uvádza) je mnohodimenzionálny a ekvifinálny jav a z tohto hľadiska vynáranie sa rozmanitých otázok pre učiteľa možno považovať za prirodzené. Z pohľadu kvalitatívneho výskumníka (aj) výučba predstavuje utváranie textu (involúcia), ktorý má metodologicky výpovedný charakter; čiže je možné ho analyzovať (je interpretovateľný, skúmatelný) na vedecké – praktické i kritické účely. Kto koná, prečo koná, čo konaním spôsobuje, evokuje u seba, u druhých subjektov má vždy určité následky, ktorým predchádzali dôvody. Vzťah medzi dôvodmi a následkami je príčinný vzťah (ide o kauzalitu), ktorý nie vždy, a nie za každej podmienky umožňuje okamžite dosiahnuť želateľný stav v zmysle vyvolania podstatnej – (s)pozorovateľnej zmeny. To je fakt, ktorý sa vzťahuje na otázky výchovy a výučby a tento fakt musí mať na zreteli učiteľ výskumník. Tento fakt je typický pre edukačné javy. Vzťahovať javy na udalosti, kontexty, podmienky a spájať ich s dotknutými

subjektmi, je úlohou výskumníka za podpornej pomoci zmienených subjektov. Výskumník musí porozumieť javom, udalostiam, kontextom, podmienkam, entitám, elementom, faktorom, ale najmä subjektom procesu výučby, aby mohol verne analyzovať, interpretovať proces výučby z aspektu subjektov. To je podmienka výskumu založeného na princípoch kvalitatívnej metodológie; je to subjektívny pohľad na skúmanú didaktickú realitu z aspektu subjektov výskumu. Nejde však len o jeden jediný subjektizovaný pohľad, ale o viaceré subjektizované pohľady, ktorých pretnutie v istom kľúčovom momente, či kritickom bode dáva obraz o skúmanej didaktickej realite. Samozrejme, je ešte potrebné obrazu skúmanej reality pripísať náležitý význam a/alebo zmysel. Svet (s)poznávame rozmanitými spôsobmi a odlišnými postojmi – a každý jeden spôsob, ktorým (s)poznávame produkuje rozmanité štruktúry alebo reprezentácie o realite/realitách (Bruner, 1988). Súhlasíme s názorom, že realita existuje, ale to, čo má byť deskripciou (opisom) reality, opisom nie je, ani nikdy nebude – to znamená, že náš svet, resp. naša realita, je vždy niečo, čo vytvárame, utvárame (Smith, 1987). Didaktickú realitu utvára učiteľ s učiacimi sa subjektmi spoločne a vzájomne, z toho plynie, že interpretácie didaktickej reality si tieto subjekty utvárajú na základe vzájomného, sociálne podmieneného konštruovania jej reprezentácie, a preto im výskumník venuje náležitú pozornosť. Jednou zo základných téz sociálneho konštrukcionizmu je, že subjekt je nositeľ i tvorca sociálneho poznania. To znamená, že subjekt produkuje myšlienky, ktoré je možné hodnotiť. Myšlienky subjektu sú hodnotné, lebo nimi sa subjekt zúčastňuje diskurzu, v ktorom musí uspieť. Myšlienky (konštrukty) sú definované vzhľadom na reálnych ľudí, s ktorými je subjekt v určitom vzťahu (interpersonálnej interakcii). Interpersonálny svet subjektu sa využíva na prebádanie toho, ako subjekt sám uplatňuje svoje konštrukty a ostatným subjektom (vrátane výskumníka) poskytuje určitý rámec, na základe ktorého sa pokúšajú pochopiť (interpretovať) hodnotenie a klasifikáciu konkrétneho subjektu. Veci, javy, udalosti, vzťahy ap. nemožno opísať a definovať objektívne a neutrálne, nezávisle na ľuďoch, človeku, keďže práve človekom/ľuďmi sú jazykovo aktívne utvárané a pretvárané.

*Ten, koho nesú alebo vezú,
nedáva pozor na cestu,
ohliada sa však ten, kto musí kráčať,
aby nepadol, a preto,
aby nezablúdil
(Ján Ámos Komenský)*

Subjekt je nositeľ i tvorca sociálneho poznania².

²Procesy interiorizácie a exteriorizácie sú náročnými intramentálnymi a intermentálnymi procesmi. Interi-

Základné tézy sociálneho konštrukcionizmu³:

Veci, javy, udalosti, vzťahy ap. nemožno opísať a definovať objektívne a neutrálne, nezávisle na ľuďoch, človeku.

Opis, definícia o čomkoľvek (čiže aj konštrukcionizme) je konštrukciou, je utváraním, pretváraním a prezentovaním jednej z nespočetných verzií čohokoľvek v ľudskom svete⁴.

Realitu si ľudia tvoria, vytvárajú, pozmeňujú, či „robia“ ľudské spoločenstvá – je produktom ich sociálneho a kultúrneho života⁵.

Sociálni konštrukcionisti upozorňujú, že poznanie pochádza z jeho aktívneho konštruovania subjektov vo vzájomnom vzťahu. To, čo možno považovať za pravdivé a spoločensky akceptovateľné (prijateľné, vysvetliteľné a využiteľné inými) je dôsledkom sociálnych procesov, ktoré sa uskutočňujú v historických a kultúrnych kontextoch. Vo vedných oblastiach to znamená, že v medziach konkrétnej vednej disciplíny môže byť pravda dosiahnutá, ale neexistuje žiadna taká („prehnaná“) pravda, ktorá je legitímnejšia ako ktorákoľvek iná pravda.⁶

orizácia (zvnútorňovanie) je komplexný, kreatívny proces, ktorého výsledkom nie je len reprodukovanie odporozovaného, naučeného. Z toho vyplýva, že jednotlivec nie je pasívnym sumárom diskurzov, ktoré mu sprostredkujú iní ľudia, a nie je ani objektom sociálnych kauzalít. Význam, ktorý jednotlivec veciam, udalostiam pripisuje, je absolútne individuálna, slobodná a tvorivá dimenzia identity jednotlivca. Podľa L. S. Vygotského má subjekt otvoreného ducha na konštrukciu partikulárnych významov, nepredvídateľných pre externých pozorovateľov (Rosas et al., 2001).

³Ak chceme aplikovať model sociálneho konštrukcionizmu do výučby, musíme vychádzať z nasledujúcich predpokladov: A) Nie je nič ľudské, čo by nebolo sociálne. B) Človek sa socializuje prostredníctvom komunikácie. C) Komunikácia vyžaduje aktívnu prítomnosť druhého človeka. D) Komunikácia je konštruktívna, pokiaľ je v nej prítomný (socio)kognitívny konflikt (bližšie pozri: H. Rodríguez Villamil, 2008, s. 80 – 82). Dôsledkom zdarnej aplikácie je fakt, že deti, žiaci, študenti si vo výučbe môžu meniť zaužívané postupy, ak sa tieto javia zastarané, nefunkčné, či dysfunkčné. Primárnou funkciou výučby a vychovávaní by preto nemala byť ochrana tradícií a sociálneho konsenzu predchádzajúcich generácií, ale brána do sveta možností kriticky nahliadať na zaužívané systémy... vytvárajúce rozpory medzi uvažovaním a konaním ap. Dekonstruktúra, slobodná voľba elaborácie a spoločná konštrukcia iného poznania sú znaky takto chápanej výučby. V tejto výučbe sa rozvíja, ale i skúma diskurz tvorenia a chápania/porozumenia významov, ktoré subjekty pripisujú „svojmu svetu“.

⁴Už samotný rozklad slovného spojenia sociálny (sociálne podmienený) konštrukcionizmus (konštrukcia, konštruovanie, konštruktérstvo, tvorba, kreácia, pretváranie, dizajn, navrhovanie) naznačuje odklon, negáciu zaužívaného presvedčenia, že existuje univerzálna, pre všetky kultúry platná skutočnosť. Práve preto sociálni konštrukcionisti poukazujú na potrebu skúmania reality z pohľadu jej formácie, či zachovania. Okresanejšej teórii sa vyhýbajú zdôrazňovaním, že jej jednoznačná formulácia by bola proti samotným základom (Papert; Harel, 1985). Idea spochybnenia jednej neomyšľanej reality bola počas histórie osvojovaná (ako jediná objektívna pravda) viacerými významnými osobnosťami, ako napríklad Marxom, Freudom, či Nietzsche, ktorí, aj keď z rozličných motívov, zastávali názor, že vedomie je vo svojej podstate „chybné“ – lebo reprezentuje subjektívne chápanie reality a nie nemennú, vopred predikovanú skutočnosť (Vignale, 2011).

⁵„Nemôžem opísať sám seba, pokiaľ neviem, kto počúva. Niet autentického ‚ja‘ bez druhého, zaujatého, počúvajúceho. Autenticita môže byť opísaná ako stupeň dialogickej ‚naladenosti‘.“ (A. M. Sidorkin, 1999, s. 70 – 71 in (Tkáčik, 2007)).

⁶Pod pojmom tvorivosť rozumieme, že deti, žiaci, študenti si svoje poznanie konštruujú iba pre seba samých na úrovni nezávislých individualít (genetický konštruktivizmus). Nekonštruujú ho ani len pre

Jazyk je ústredným nástrojom sociálneho konštruovania. Jazyk sa riadi osobitnými pravidlami a tieto pravidlá jazyka určujú, ako chápeme svet. Jazyk nie je neutrálny. Zdôrazňuje určité veci (myšlienky, slová) a ignoruje ostatné. Jazyk vymedzuje a obmedzuje myšlienky, ktoré ním môžeme vysloviť, ako aj naše uvedomovanie toho, čo prežívame a čo (už) vieme. Jazyk to je kultúrna nevyhnutnosť, ktorá je daná generačným preberaním a odovzdávaním „životných foriem“ vytvorených v spoločnostiach. Obsahom „životných foriem“ sú štandardizované správanie, konania, myslenia, prežívania a komunikácie, ktoré zahŕňajú štandardizované prostriedky, a to mimojazykové aj jazykové. (Nemateriálnu) kultúru tvorí komplex týchto štandardizácií. Odovzdávanie štandardizácií sa uskutočňuje v rámci prirodzenej komunikatívnej interakcie a prejavuje sa ako bežná komunikatívna interakčná prax. Reč (ako praktická stránka jazyka) učiteľa je špecifickou záležitosťou.

Konštruovanie poznania je motivované prislúchajúcou komunitou. Poznanie vytvorené v komunite má sociálne, kultúrne a politické dôsledky. Subjekty v komunite akceptujú a udržiavajú pochopenie komunity o konkrétnych pravdách, hodnotách a realitách. Keď nové subjekty komunity akceptujú toto poznanie, rozširuje sa ešte ďalej. Keď sa komunitné poznanie stane politikou, kodifikujú sa myšlienky moci a privilégii v komunite. Tieto sociálne konštruované myšlienky potom vytvárajú sociálnu realitu a - ak sa neskúmajú - začnú sa zdať pevné a nemenné. To môže vyvolávať aj antagonistické vzťahy medzi komunitami, ktoré nezdieľajú rovnaké chápanie sociálnej reality. V didaktickej terminológii sa pridriavame označenia komunita = učiaca sa skupina. Z hľadiska konštrukcionistických princípov výučby je prijateľné, aby žiactvo (prakticky) zakúsilo princípy demokracie v tom zmysle, že prijateľné a akceptovateľné stanovisko je dôsledkom hlasovania a je prevahou väčšiny. Nezvažuje sa skutočnosť súťaženia medzi učiacimi sa skupinami, ale fakt, že niektoré stanoviská sú prípustné a iné nie sú (nemusia byť) prípustné. Tiež je potrebné, aby si žiactvo uvedomovalo, že úvahy o stanoviskách sú rovnako dôležité, ako celý proces spoločného a vzájomného konštruovania sociálnej

obohatenie svoje triedy (učia sa v skupine pre skupinu – sociálny konštruktivizmus), ale vytvárajú tzv. autokonštruované materiály, ktoré môžu využiť ďalší jednotlivci, ďalšie triedy, spoločnosti, ako napríklad učebné pomôcky, materiály, didaktické hračky ap. s.216 in (Fernández-Río et al., 2014). V komplexnejšom chápaní sociálneho konštruktivismu ako iného modelu výučby je principiálne úloha učenia sa a učenia, aby si deti, žiaci, študenti zhmotňovali svoje poznanie do konkrétnych výtvorov prístupných a potrebných pre iných jednotlivcov, skupiny, a tak chápali zmysel a účelnosť svojho konania, učenia sa a učenia iných. Preto je podľa sociálnych konštruktivistov úlohou dospelých – učiteľov deťom, žiakom, študentom umožniť kriticky myslieť a ponúkať im priestor na zmeny, ak sú pre novú generáciu funkčnejšie, uplatniteľnejšie. Týmto je naplnený hlavný cieľ edukácie – transformácia spoločnosti (Villamil, 2007). A ako majú malé deti, žiaci študenti nájsť, objaviť „správne“ odpovede? Podľa (Papert, 1997) deti vedia, že sú „počítačovou generáciou“, s. 13. Akoby vedeli, že hlboko v ich vnútri im počítače patria. Sú ich súčasťou. Ovládajú ich s väčšou jednoduchosťou ako dospelí. Sú schopné nájsť na internete odpovede vlastným pričinením, čím nezískavajú iba nové poznanie, ale zároveň sa učia aj hľadať, selektovať a následne medzi sebou sa podeliť, spolupracovať, rozpracovať čosi, vyhodnotiť a prezentovať.

reality. V neposlednom rade je žiaduce, aby sa žiactvo naučilo akceptovať iný názor a podieľať sa vytvorení konsenzu.

Konverzačný aparát je vo výučbe neodmysliteľným nástrojom sociálneho konštruovania reality. Konštrukcionistický učiteľ podporuje, udržiava, usmerňuje konverzáciu medzi učiacimi sa navzájom a ním v situáciách, ktoré rozvíjajú myslenie a aktivitu. Psychika je utváraná zo znakov, symbolov a špecifických foriem kultúry. Psychika, to sú permanentne uskutočňujúce sa procesy konverzácie so sebou samým a s ostatnými (diskurzívne pohyby). Sú to príbehy a rozprávania o tom, aký je človek a aká je jeho povaha. Tieto príbehy (texty) si subjekty rozprávajú, odovzdávajú, vyrastajú v nich, rozvíjajú sa vďaka nim, obohacujú ich, lebo im veria (a tiež dôverujú tým, ktorý ich udržiavajú živé – dynamické). Príbehy, ktoré sú ústredné a dominujúce sa prelínajú s osobnými príbehmi a ich účelom je ustanoviť, udržiavať a kontrolovať také vzájomné pomery, taký stav, aby spoločenstvo mohlo existovať (a byť úspešné). Subjekty produkujú procesy konštruovania, vzájomnej komunikatívnej výmeny a spresňovania významov, ktoré veciam pripisujú a vzhľadom na to ich zdôvodňujú ako „reálne“ a „pravdivé“. Z aspektu sociálneho konštrukcionizmu je dôležité rozpoznať, spoznať aktuálne vytvorené *sociálne* (bližšie pozri: V. Bačová, 2000, s. 240). *Učiteľ je, o. i., dizajnér; ako dizajnér má syntetizujúcu úlohu, syntetizuje to, čo prostredníctvom jazyka produkujú mysle učiacich sa subjektov.*

Konanie učiacich sa a učiteľov, súvisiace so vzájomným podelením sa o manuálne, mentálne a expresívne texty konania (v diskurzoch), podporuje vznik sociálnej a individualizovanej skúsenosti, chápanej ako skutočný utvárajúci (konštrukčný) a pretvárajúci (rekonštrukčný) proces.

Náhľad na proces výučby (na základe dlhoročných didaktických a metodologických skúseností) predstavuje uplatniť v procese usudzovania o ňom minimálne tri rozlišovacie kritériá. Rozlišovacie kritériá konania (Na základe čoho koná/konajú subjekt/y tak ako koná/konajú?), rozlišovacie kritériá didaktickej situácie (Aké konanie subjektu/subjektov evokuje uplatniť konkrétna didaktická situácia?) a rozlišovacie kritériá komunikovania (Čo, o čom a s kým komunikujú subjekty?). Všetky tri rozlišovacie kritériá evokujú klást ústrednú inkvizíčnú otázku *Prečo je to tak?*. Intencionálne podporované učenie sa vo výučbe má za cieľ o. i. evokovať proces produktívneho usudzovania na úrovni kritického myslenia, keď je učiaci sa subjekt spôsobilý učivo zdôvodniť. Hovoríme o konštrukcionistickej, diskurzívnej a proleptickej (prolepsis) výučbe, čo značí pridržiavať sa pedagogického presvedčenia, že učiaci sa subjekt je aktívnym, autentickým, mysliacim a kolaborujúcim subjektom a učenie sa spolu s inými subjektmi je pedagogicky účinnejšie, rýchlejšie

a cielenejšie. Takáto výučba produkuje sociálne reprezentácie na základe socio-kultúrne podmieneného tematizovania, lingvistického (symbolického) reprezentovania učiva. Tematicky previazané konverzácie evokujú uplatniť spoločný konverzačný aparát (aby nastalo vzájomné interpersonálne porozumenie učivu), aby boli kultúrne praktiky prehľadné (aby bolo zrejmé čo a prečo sa vykonáva) a diskurzívne praktiky prehľadné (s prehľadom v téme). Potom je prirodzenejšie chápať a prijímať fakt, že sa sprítomňujú diskurzívne operácie na sociálnych reprezentáciách v rečových aktoch. Tento typ výučby sa zameriava na reprezentovanie v zmysle istej logiky, keď sa vedome podporuje integrovane spájať v jeden rámec explicitne reprezentované poznanie s implicitne reprezentovaným poznaním. To je (didaktický) faktor, na ktorý dbá učiteľ, lebo on vie, že v diskurzívnej konštrukcii mysle (jednotlivcov) majú sociálne reprezentácie explicitného charakteru zásadný význam.

Súbežne sú podporované rokovacie stratégie, ktorých cieľom je zabezpečiť (plynulosť) tvorby spoločensky akceptovateľných sociálnych reprezentácií. Pochopiteľne, ani v takomto modeli výučby nevzniká okamžite uchopiteľná komplexná (spoločnosťou dospelých protežovaná) sociálna reprezentácia, lebo učiaci sa subjekt uvažuje lokálne, neobsiahne hneď celé spektrum možných otázok, hypotéz, faktov, zdôvodnení. Sociálna reprezentácia je z istého aspektu vždy neúplná, nepresná (i preto sa oplatí angažovať sa v diskurze). O toto však v tejto výučbe primárne nejde; ide v nej o to, aby sa subjekty naučili lokalizovať seba samého v (sociálne podmienenom) výučbovom diskurze (to vyžaduje čas a zodpovedajúci priestor). Učiace sa subjekty si v tejto výučbe uvedomujú, že o informáciách sa oplatí (na učiteľov podnet) spoločne konverzovať, ako i to, že informácie (ktoré oni využívajú a kombinujú) bývajú prezentované v mnohých formách. Tento typ výučby je zároveň argumentačnou výučbou, v ktorej sú subjekty zámerne vyzývané (v rámci procesov usudzovania) získavať evidenciu, argument v prospech/proti nejakému záveru. Výučba však nekončí získaním evidencie, argumentu, ale zisťovaním relevantných informácií (exploration of a space of possibilities) v kolaborujúcej učiacej sa skupine. Lokalizovať seba samého vo výučbovom diskurze umožňuje skutočnosť, že učiace sa subjekty rozumejú a usudzujú, odvodzujú dôsledky toho, čo pochopili a zdôvodňujú význam/y. Proleptickosť sa ukazuje vo vynáraní diskurzívnych kompetencií učiacich sa subjektov, ktoré sú evokované zapájaním (sa) subjektov do výučbového diskurzu. *Učiace sa subjekty majú šancu byť vo výučbe, spolupodielat sa na aktívnom tvarovaní symbolicky konštruovanej budúcnosti.*

Konštrukcionistický dizajn výučby je konštruktérstvom, je dizajnérstvom, je sociálnou architektúrou. Je konceptuálnym umením, o ktoré sa žiaci delia spoločne a navzájom so svojim spolužiakmi a učiteľom vďaka diskurzívnej a

naratívnej podstate výučby, v ktorej navrhujú, diskutujú, opisujú, prezentujú, schvaľujú, hodnotia, posudzujú, dohadujú sa, vytvárajú a pretvárajú nemateriálne produkty do materiálnej formy a naopak. Vychádza sa z predpokladu, že procesy učenia sú zvlášť účinné, ak počas nich tvoríme čosi pre iných a vedíme o tom vzájomný diskurz. Ide o to, čo je vo svojej podstate inteligibilné (pochádzajúce z myslenia, mysle; nie od zmyslov). Uvedené sa deje ako učiteľom riadená zámerná, ale nepriama participácia žiakov (ale i učiteľa) vo výučbových aktivitách, avšak učiteľ ostáva v pozícii konzultanta vtedy, keď je žiakmi vyzvaný, aby konzultoval ich myšlienky, pričom sa vyhýba poukazovaniu na chyby (chyby sú identifikované žiakmi s využitím ich kritického myslenia). Konštrukcionistická výučba sa deje cez didakticky premyslené, ale koncepcne otvorené výučbové aktivity a cez diskurz (riadenú argumentáciu, narábanie faktami, rozprava v istom intelektuálnom rozhraní argumentujúcich subjektov) formou individuálneho objavovania, ale i skupinového objavovania (učiace sa skupiny), vďaka čomu sa konštruuje spoločné poznanie a porozumenie. Táto výučba nie je len otázkou komunikačnej akčnosti, zároveň predstavuje akčnú diskusiu (produktívny diskurz, proleptická výučba, výučbové lešenie ap.), ktorá orientuje subjekt na cieľ nájsť a rozvíjať si potenciál byť autonómny, spolupracujúcim a podporovať argumentáciu o realite. Takáto akčná diskusia nesie znak kreatívnosti zúčastnených subjektov (je opakom anonymnej reprodukčnej výučby a s ňou súvisiacej evalvácie). Akčná diskusia predstavuje uvažovať v rovine myslenia o realite v kontúrach (učebného, životného) problému a kultúry; umožňuje interpretovať realitu z pohľadu angažujúcich sa subjektov. Produktívny diskurzom sa vytvára priestor pre kritické a hodnotiace myslenie zodpovedajúce viac sociálnemu charakteru poznania (transformácia privátneho na verejné so zámerom byť spoluúčastníkom, spolutvorcom poznania). S tým spätá kvalitatívna evalvácia v diskurzívnej výučbe zapája dialektický proces konštruovania reality a jej porozumenia (interpretovania) subjektmi. Konštrukcionizmus v didaktike (aj) z pohľadu tu uvádzaného výskumu možno koncipovať do myšlienky: „*zaoberaj sa tým čo máš/vlastníš, a tým ako to budeš prezentovať sám alebo v spolupráci s ostatnými vo výučbe*“. Týmto spôsobom (Luna, 1999), sa revitalizuje otvorená a zmysluplná diskusia. Výučba predstavuje ústretový priestor (stretnutie) na bádanie reality a diskusiu spätú s teoreticko-praktickými elaboráciami, ktoré umožňujú istým spôsobom deťom, žiakom, študentom, učiteľom a komunite intervenovať do reality. Ak hovoríme o sociálnom konštrukcionizme máme namysli odhaľovanie, identifikovanie spôsobov akým sa jednotlivci, skupiny, či spoločenstvá podieľajú na konštrukcii vlastnej sociálnej reality. Zahŕňa to hľadanie spôsobov, ktorými sú sociálne javy utvárané, známe, inštitucionalizované a tradované. Vychádzajúc z uvedeného, učiteľa výskumníka vo výučbe zaujímajú práve (didaktické) spôsoby utvárania a

pretvárania sociálnej reality späť s konkrétnym učivom a jeho témami. Ak je napríklad vysvetľovanie určitého prvku učiva žiakmi chybné, nepresné, či neúplné (na uvedenie si toho nepotrebujú bezprostredný zásah učiteľa), pre žiakov je žiaduce ho odstrániť a/alebo zmeniť; voľne naznačené pretvoriť ho, či vytvoriť nanovo (ani v týchto procesoch nie je nevyhnutný bezprostredný zásah učiteľa). Učiteľova úloha spočíva na facilitovaní a pedagogicky podmienenom filtrovaní dostupných informačných zdrojov (ale i v poukazovaní na ich rozporuplnosť), aby bolo možné poukázať na spoločenskú významnosť žiakmi utvorenej konštrukcie sociálneho javu spätého s učivom a jeho témami. Z hľadiska konštrukcionistického chápania procesu výučby možno povedať, že žiaci rozumejú (len) tomu, čo si vo výučbe (za nepriamej, ale zámernej didaktickej podpory učiteľa) vykonštruujú ako model (istú redukciu) sociálnej reality. S týmto modelom (ako verziou sociálneho sveta) majú úzky kognitívny a emocionálny vzťah; tento model nesie pečať ich autorstva. Poznanie nie je pasívne prijímané prostredníctvom zmyslov, ani komunikáciou; poznanie si utvára subjekt, ktorý spoznáva. Poznanie (má adaptačný význam) umožňuje prispôbiť sa a byť životaschopný; *poznávanie slúži na to, aby si subjekt svet skúseností organizoval a nie na to, aby objavil objektívnu ontologickú realitu*. Spôsobilosť reflektujúcej abstrakcie je nevyhnutá. Spoznávajúci subjekt komunikuje svoje poznanie, iné subjekty v interakcii naň poskytujú súhlasné, či potvrdzujúce stanoviská, s. 233 (Von Glasersfeld, 1989).

Žiaci v konštrukcionistickej výučbe sú vyzývaní stať sa a byť rovnocennými partnermi – spolupracujúcim subjektmi, rovnako ako dospelí ľudia v ich profesiách. To, čo ich spája, je predmet/objekt ich spolupráce a výsledok, ktorí majú na zreteli. V tejto výučbe je výhodné kolaboratívne učenie sa (žiaci prevezmú roly a konajú v zmysle nich, čo je typické pre kolaborujúce kultúry), robia činnosti, diskutujú o činnostiach, hľadajú spoločnú reč, uplatňujú svoje kompetencie. Ide vlastne o konglomerát kompetencií v troch rámcoch (F. Frabboni, 2001) ako sú: 1) rámec verbálnych komunikatívnych prostriedkov, 2) rámec neverbálnych komunikatívnych prostriedkov a 3) vedecký a environmentálny rámec. Konštrukcionizmus umožňuje realizovať proces výučby ako dizajn, ktorý je rozvíjanou entitou elaborácie informácií do podoby inteligentných ľudských myšlienok, produktov a artefaktov, ktoré majú mentálnu (idea), manuálnu (materiálny produkt/artefakt), expresívnu (umelecký produkt/artefakt) a komunikatívnu formu. Dizajn procesu výučby vytvárajú učiace sa subjekty spolu s vyučujúcimi subjektmi – sú v rolách dizajnérov, konštruktérov, architektov a konceptuálnych umelcov. Tieto subjekty sú protagonisti aktívnej elaborácie informácií získaných zvonku a využívajú spôsobilosť rozpoznať a získať relevantné informácie, ale zároveň spôsobilosť hľadať informáciu v učebnom probléme, učebnej téme. Experi-

mentovanie s vybraným učivom v kombinácii s manipulačnými činnosťami žiakov umožňuje subjektom meniť perspektívu nazerania na učivo – vidieť (chápať, vysvetlovať) ho v iných súvislostiach. Rámcový koncept výučby a jeho aktivít bol zvážený v zmysle odporúčaní ako ich uvádza J. Raths (Sacristán, 2008). Konštrukcionizmus v procese výučby je aktivita inteligencie (vyriešiť problémy, otázky a vynájsť sa), v ktorej sa subjekty snažia o prepis (transkripcia) a preklad (translácia) relevantnej informácie (ako dôležitej entity) do vlastnej mentálnej aktivity na základe uskutočňovania tematicky previazaných diskurzívnych a kultúrnych praktík. Ide predovšetkým o procesy transformovania známeho na neznáme a neznámeho na známe. Výsledkom sú potom rôzne verzia poznania. Tak sa žiaci aktívne a uvedomelo (na)učia viac ako požaduje samotný predmet.

Jednou z ústredných myšlienok opisovaného výskumu (uvedenom v neskorších pasážach textu) a výučby je fakt, aby ten, kto (iný žiak) si pustí videozáznam vzdelávacieho videa, vedel, o čom to celé je; ako má v prípade vlastného a sebestačného (autonómneho) merania objektov postupovať bez omylov a chýb v zmysle informácií poskytovaných videozáznamom. Učebná téma: Ako a čím môžeme merať rôzne objekty. Myšlienka (zodpovedajúca princípom konštrukcionizmu) „od vás, cez nás, pre vás (ostatných)“⁷ znamená, že žiaci najprv museli získať relevantné informácie z externých zdrojov, prispôbiť ich svojim učebným zámerom, čo bolo potrebné, aby žiaci zaujali kritické stanovisko voči nimi vybraným informáciám tak, aby tieto informácie mohli byť nimi využiteľné. Elaborácia informácií vyžaduje tiež zaujať kompromis s realitou. Po elaborácii informácií a s využitím mentálnych i sociálnych reprezentácií žiaci pátrajú, hľadajú, skúmajú, overujú (si) pravdivosť (silu) svojich argumentov, ale najmä experimentujú s vybraným učivom. Hoci sa (z ich pohľadu) hrajú – predsa len elaborujú učebnú tému, presnejšie; aktívne tvoria konkrétne sociálne poznanie, pričom musia zosúladiť viacero dôležitých hľadísk, ktoré majú na výsledný produkt význačný vplyv. Inšpirácia ako to urobiť (know – how) nie je naučiteľná, naučiteľné sú obsahy učiva, techniky a technológie; inšpirácie sú ale dôsledkom úrovne kreatívneho myslenia v spojitosti s kreatívnymi kompetenciami („to nie je remeslo, ale majstrovstvo a umenie“). Vytváranie učebného prostredia sa deje v kolaborácii učiteľa so žiakmi, ale tvorba sociálneho poznania je záležitosťou aktívnosti samotných žiakov. Žiaci tvoria sociálne poznanie, ktorým predkladajú pre iných žiakov istý typ učebných problémov vzťahujúcich sa na učivo ukotvené v sociálnom poznaní. Tento proces zahrnuje abstrakciu, istú koncepciu a zvažovanie uplatniteľnosti sofistikovaného spracovania témy zo strany žiakov. Žiaci musia zohľadniť adresátov; pre koho môže byť ich konštruované

⁷ Autorom tejto myšlienky je autor tejto kapitoly.

sociálne poznanie prínosom (adaptácia na podmienky príjemcu/adresáta je bezpodmienečná). To znamená zároveň koordinovať viaceré uhly pohľadu, ale i spôsobilosť situovať sa do uvažovania iných žiakov so zohľadnením prislúchajúcich vzdelávacích potrieb.

Charakteristiky kultúrneho a vzťahového kurikula sú:

- Jednotlivci sú vťahovaní, vstupujú do kontextu.
- Poznanie je produkované a získava sa vo vzťahoch.
- Poznanie je kontextuálne.
- Uprednostňuje sa heterogenita zdrojov poznania.
- Uprednostňované sú dialógy pred monológmi.
- Jasný odklon od izolovanej racionality a jednoznačná preferencia relatívnej racionality.

Ako vidno, opísaný proces výučby je procesom výučby zodpovedajúcim principiálne sociálnemu konštrukcionizmu ako ho koncipuje J. K. Gergen (2015) vo svojich dielach. Sumarizujúco vychádzajúc z charakteristík kultúrneho a vzťahového kurikula (Misra, G. & Prakash, A. 2012, aj ako ho rozpracúva A. K. Jha) je potrebné akcentovať najmä:

1. Odstúpiť od hierarchie, uprednostniť heterarchiu. Ide o iný typ komunikačných štruktúr, čo závisí od pozície učiteľa v triede; vo výučbe. Viacsmerná a vzájomne udržiavaná, riadená a rozvíjaná komunikácia všetkými subjektmi procesu výučby je znakom konštrukcionisticky poňatého procesu výučby. Angažovanie sa každého subjektu v konverzačných aparátoch je rovnoprávne a rovnocenné. Žiactvo so svojim učiteľom si je vedomé spoločného budovania učiacej sa skupiny (komunity). Učiteľ je plne zodpovedný za proces výučby, jeho nadradenosť sa ale netýka poznania, ktoré je vo výučbe utvárané. V procese konštrukcie poznania konkrétnou učiacou sa skupinou je rovnocenným subjektom (a) s prislúchajúcimi možnosťami riadenia procesu výučby.
2. Prekročiť hranice jednotlivých učebných predmetov a disciplín poznania (vyjsť za ich hranice a rozvíjať diskurz o tom, čo je využiteľné) – nachádzať nové konverzačné prvky. Bližší význam tkvie v prekročení hraníc jednotlivých učebných predmetov a disciplín poznania (bližšie pozri napr. (Wilson, 1999)). Učebné predmety, ani disciplíny poznania nemajú byť monolity, ktoré si majú deti, žiaci, študenti osvojiť (osvojiť je pojem behaviorizmu). Deti, žiaci, študenti majú (predsa) možnosť pohybovať sa vo všetkých doménach, ktoré sú potrebné z hľadiska ich (poznávacích, učebných, kultúrnych cieľov). Tieto subjekty môžu využívať plnosť všetkých domén tak, že ich budú prehľadávať, vypožičiavať si informácie, vyťahovať z nich podstatu, spájať ich do celkov, kombinovať ich,

preformulovať a zlučovať ich akýmkoľvek prijateľným (nevyhnutným) spôsobom pre získanie najúčinniejšieho výsledku.

3. Zameriavať sa na životnú prax – praktické konanie. Konštrukcionisticky poňatá výučba je so životnou praxou prepojená. Kultúrne a diskurzívne praktiky sú na ňu pevne naviazané. Napr. manipulačné činnosti (ako predmetné operácie s vybraním učivom v celom svojom didaktickom a akčnom kontexte) predstavujú akčnú výučbu, ktorá je opisovaná slovom francúzskeho pôvodu bricolage. Ústrednou myšlienkou je „vyhotov/urob si diela, výrobky, myšlienky sám“; ide o improvizáciu vo vlastnej réžii, v ľudskom konaní. Nemyslí sa na osamelosť v produkujúcej činnosti, ale na nezávislosť a samostatnosť v komplexnej činnosti. Ide o tvorbu poznania, diela z rôznorodého spektra vecí, predmetov, objektov, technológií, myšlienok, ktoré sa stanú pre iných dostupnými. Toto poznanie, dielo je zvyčajne vytvorené pomocou rôznorodých médií. Bricolage je zároveň tiež pojmom kvalitatívnej metodológie.
4. 4. Zameriavať sa na reflektujúce uvažovanie. Z pohľadu princípov sociálneho konštrukcionizmu existujú (iba) jazykové konštrukcie. To dáva principiálne zásadný význam, lebo i jazyk je sám osebe produktom kultúry. Je však odlišné povedať, že z teórie môžeme „pochopiť“ problematickú situáciu; povedať, že nejaký konkrétny problém „existuje iba ako konverzácia“. Učiteľ si má klásť otázku: Na koho a čo sa môžeme (v tejto téme, otázke, myšlienke, probléme) odvolávať? Zostávame však pri procese výučby, v ktorom ako odborníci si uvedomujeme didaktické princípy a tieto vedome zachovávame. Abstraktné akademické debaty so žiactvom sú vhodné (len) v induktívnej, participujúcej výučbe, kde je priestor na žiacku a učiteľskú spätnú väzbu pri identifikovaní nových konverzačných prvkov a na spoločne jazykom formovaného poznania (diskurz) vo výučbe. Tu máme na zreteli výlučne induktívnu a participujúcu výučbu.
5. Zameriavať sa na produktívne vzájomné vzťahy. Konštrukcionistická výučba je založená na princípoch „vzťahovosti“. Konštrukcionistická výučba ponúka možnosť na centrovanie vzťahov, ktoré vytvárajú priestor na rozšírenie kolaboratívnych participatívnych praktík, a tie zahŕňujú reflektujúce postoje voči alternatívnym názorom, postojom. Význam sa konštruuje spoločne s ostatnými a realizuje sa v spoločnom výkone subjektov, ktoré sú vo vzťahu. Preto sa otázkam (princípom) „vzťahovosti“ venuje pozornosť. Proces výučby vo svojom kontinuu má zahrňovať rad procesov na podporu vzťahov, nie na posilnenie mysle jednotlivca s ponúknutím kritiky prevládajúcich názorov a predpokladov. V konštrukcionisticky poňatom procese výučby sa kladie dôraz na jednot-

livcov zapájaných do vzájomných súvislostí a poznania vytváraného vo vzťahoch, keďže sa toto poznanie zdôrazňuje ako poznanie vzídené z kontextu angažovaných subjektov. Výučba môže byť nakonfigurovaná ako (potenciálne) tvorivý proces, proces nielen učenia sa, ale vedomého, zúčastneného učenia sa. Žiactvo sa má zaoberať nielen konkrétnym učivom (učebným obsahom), ale musí sa venovať aj celému komplexu poznania spojeného s označením konkrétneho učiva (to je nevyhnutnosť súčasného sveta globálnych digitálnych technológií). Z tohto hľadiska spájanie sa s druhými, utváranie vzťahov a produkovanie nového poznania nevyhnutne vyžaduje zapojiť aktívny konverzačný aparát.

Diskurzívnosť (dialogickosť) vo výučbe predpokladá učiteľovo vedomé a plné sústredenie sa na vytváranie zodpovedajúcich didaktických podmienok učenia (iných) a učenia sa detí, žiakov, študentov vo výučbe. Autor kapitoly má namysli predovšetkým podmienky porozumenia učivu. Iniciačné diskusie v triede podporujú predporozumenie a situovanie učiaceho sa do centra vzájomnej dialogickej argumentácie. Dialogická argumentácia vo výučbe sa vzťahuje na učebný problém (čitateľovi je určite známy zásadný rozdiel medzi učebnou úlohou a učebným problémom). Učiteľ predkladá, indikuje učebný problém (ideovo i reálne blízky) učiacim sa subjektom (vychádzajúc z komunikácie s nimi) a učiace sa subjekty (vďaka učiteľom nastaveným zodpovedajúcim didaktickým podmienkam a s využitím didaktických princípov) zisťujú, že o. i. disponujú rôznymi obmedzeniami v poznávaní ako objektu, ktorý tvorí učebný problém, tak i v možnostiach jeho riešenia. Zmena uhla pohľadu na učebný problém (nie zámerna problému) je (nie)len otázkou integrácie pohľadu a fúzie horizontov (pozri napr. (Gadamer, 2000)), čo zodpovedá myšlienke, že každé porozumenie sa vyjadruje vždy a predovšetkým v reči (Ricoeur, 1997), ako i myšlienke, že explikácia je nutnou metódou porozumenia. Autor kapitoly tu čitateľa odkazuje na prevrátený fakt klasickej výučby. Nie učiteľ má explikovať učivo (učebnú tému, obsah) učiacim sa, ale naopak, učiteľ je ten, kto si má nechať vysvetliť učebnú látku po vykonanom experimentovaní učiacimi sa subjektmi s ňou. Autor kapitoly zároveň zdôrazňuje, že nie je opodstatnené, aby učiteľ zaujal rolu inkvizítora pravdy v interpretáciách učiva deťmi, žiakmi, študentmi. Dôvod je (aj) racionálny. Zmena uhla perspektívy na učivo vyžaduje vstúpiť s učivom (napr. vo forme textu, či praktických manipulácií ap.) do objavného vzťahu. Kto je učiaci sa subjekt (myslí sa analyticky), aké je jeho predporozumenie učiva, v čom tkvie jeho interpretácia, aké obmedzenia si uvedomuje ap., sú otázky, ktoré sú didakticky oprávnené. Tie ale nekladie učiteľ, on evokuje didaktické situácie, aby si ich učiaci sa subjekt mohol klásť sám sebe. Diskurz vo výučbe sa realizuje ako udalosť (je to stretnutie, ale i stret viacerých uhlov pohľadu

na zvyčajne jeden objekt učenia sa), a preto sa chápe ako čosi významné. Predsa to, čo učiaci sa potrebujú pochopiť, nie je čosi prchavé, ale trvalé (samozrejme z pohľadu doby, ktorú spoločne žijeme). V konštrukcionistickej výučbe učiacich sa označujeme nielen označením konštruktéri, dizajnéri, ale i pojmom interpretátori. Interpretátori (učiaci sa) produkujú prepracované procesy vysvetľovania. Samozrejme, nejde o nejaký mechanicky opakujúci sa rituál neustáleho vysvetľovania a už vôbec nie myšlienok prevzatých myšlienok iných. Ide o vlastné, pôvodné procesy tvorby (konštrukcií, sociálneho konštruovania) sociálneho poznania učiacich sa v učiacej sa skupine. Predpokladom tvorby interpretácií učiacich sa je uskutočňovanie odhadu/odhadov. Spôsoby potvrdzovania platnosti odhadu (validácia) sú dôležité v otázke ich výberu a uskutočnenia. Učiteľovo udržiavanie zodpovedajúcich didaktických podmienok a vvedenie výzvy učiacim sa do výučby, aby experimentovali s dostupnými a didakticky prijateľnými spôsobmi potvrdzovania platnosti odhadu, je uplatnením argumentácie v prospech interpretácie alebo proti nej, a to konfrontáciou a selekciou. Akt porozumenia má byť (metodo)logický a, keďže ide o výučbu, tiež aj metodický. Činnosti podporujúce procesy porozumenia nie sú časovo ohraničené trvaním jednej vyučovacej hodiny. Vlastne je nemysliteľné, aby sa akt porozumenia javu, fenoménu, procesu ap., udial v tak krátkom čase. Autor kapitoly hovorí o diskurzívnej výučbe, ktorá nie je situovaná do jednej vyučovacej hodiny, ale predstavuje určité výučbové kontinuum (nadväznosť aktivít a didaktických situácií). Interpretácia je procesom, prostredníctvom ktorého odkrytie nových spôsobov bytia poskytuje subjektu novú možnosť (seba)poznania (Ricoeur, 1997). Potom je viac ako vhodné, aby učiteľ permanentne udržiaval zodpovedajúce didaktické podmienky, v ktorých učiace sa deti, žiaci, študenti sa budú zľahka a radostne pohybovať niekde (v trajektórii vývoja interpretácie) medzi prirodzene naivnou interpretáciou a kritickou interpretáciou sociálne konštruovaného poznania a vážne i vedome vzdalovať sa od povrchnej interpretácie a postupovať k interpretáciám majúcim hlbší význam⁸. Konštrukcionistická výučba disponuje takými prednosťami, ktoré vzniku hodnotnej interpretácie a uvedeným vývojovým prechodom interpretácií slúžia. Úloha učiteľa je v nej nezastupiteľná. Učiteľ je kultúrny mediátor. Ako kultúrny mediátor zabezpečuje, že proces výučby (ako sa už v texte uvádza) má dialektický (protichodný) charakter. Vo vý-

⁸ Ako uvádza (Piskáček, 2009), ambivalencia myšlienkových smerov je pozitívny stav reflexie. Odrzkadluje to, čo podľa všetkého tvorí fundament bytia ako takého. Rozhodnosť a istota (ono: takto to je ...), i keď patria k tomu, čo bežne nazývame potrebou, predsa nie sú tým, čo zakladá ozajstnú spokojnosť a čo takpovediac „z vlastných zdrojov“ vedie k pravde. Sú to skôr prechodné štádiá, „fakty-z-bytia“, ktoré zanikajú ešte skôr, než si na ne človek zvykne. Z tohto dôvodu súdime, že až hranice porozumenia nám dávajú dostatočný dôvod a potenciál na to, aby sme naše vnímanie skutočností ustavične prehlbovali, a nachádzali tak stále nové pohľady na to, čo je samo o sebe úplne samozrejmé. Autor kapitoly v uvedenej myšlienke vidí paralelu v didakticky premyslenom a koncepcne uchopenom rozvíjaní poznania, chápania/porozumenia, kritického myslenia a tvorivého myslenia detí/žiacov/študentov.

učbe sa operuje s protichodnosťou názorov na veci, javy, udalosti, procesy ap. Prítomnosť dialektiky vzájomného vysvetľovania, sociálneho konštruovania a reflektovania s interpretovaním je epistemologickým postupom⁹.

1.2.3 Rámec rozšírenej reality

Tu odkazujeme na našich kolegov, autorov ďalšej kapitoly, ktorí sú odborníci v otázke rozšírenej reality. V tejto kapitole sa zdôrazňuje, že zavedenie rozšírenej reality pre nás predstavuje nie obohatenie (nie je doplnkom) procesu výučby, ale jeho konceptuálnou podstatou, čo znamená, že rozšírená realita obsiahne celý proces výučby. Východiskom pre tu opisovaný výskum je monografia autorov O. Bimber & R. Raskar s názvom *Spatial Augmented Reality – Merging Real and Virtual Worlds*. Táto monografia o.i. ilustruje rôzne možnosti toho, ako môže byť obraz formovaný za podpory aplikácií rozšírenej reality, kde zobrazenia/vizualizácie sú lokalizované vzhľadom na pozorovateľa a reálny objekt, podľa toho aký typ obrazu je produkovaný (rovinný, zakrivený).

1.3 Proces výučby v architektúre výskumu

*Kým si bol, kým sa stávaš, a kým budeš vďaka tomu,
že si spoznal a využívaš AR so svojimi spolužiakmi a učiteľom?
Rozpovedz mi svoj príbeh¹⁰ (Kostrub, 2016).*

⁹Tak je to i v prípade reflexie každodennosti. I keď sa každodennosť v súčasnej dobe teší veľkému bádateľskému záujmu, predsa sa vonkoncom nezdá, že o tomto fenoméne vieme dosť (Waldenfels, 1998). Príčinou tejto absencie poznania sa môže na jednej strane javiť samozrejmosť faktu, že sme každodenní, lebo jednoduchosť môže zastierať významnosť. Naše očakávanie rado vyhľadáva všetko zaujímavé a mimoriadne; kým však lipneme na tomto želaní, to skutočne dôležité nadobúda charakter všednosti a stráca sa z dohľadu. Skutočne mysliaci človek sa musí naučiť preniknúť zdaním samozrejmostí (Guardini, 2000). Každodennosť sa stala predmetom rôznych disciplín, ako je sociológia, psychológia, psychiatria, lingvistiká, teória umenia a literatúry, a nakoniec i filozofie. Témy sa obzvlášť razantne ujímajú tí myslitelia a bádatelia, ktorí zreteľne vychádzajú z celkom určitých aspektov života, dejín, kultúry a politiky, pričom jednotlivým aspektom prikladajú rôznu váhu. Máme na mysli zdôraznenie subjektívneho prežívania proti objektívnym štruktúram a procesom, ďalej zdôraznenie anonymných praktík proti veľkým činom jednotlivcov a kolektívov, dlhodobých rytmov proti jednorazovým, epochálnym udalostiam a flexibilných, variabilných foriem racionality proti ideovým konštrukciám a exaktným metódam (Waldenfels, 1998).

¹⁰Pozná(va)m sa tak, ako o sebe vypovedám, aký mám o sebe konštruovaný príbeh cez vzájomnú komunikatívnu výmenu s ostatnými a na základe vlastného kompromisu s vedeným dominujúcim výučbovým diskurzom vzťahujúcim sa na sociálne poznanie. Rozprávanie – naratívne sebakonštruovanie vplyvom diskurzu. Príbeh – sebarozprávanie v zmysluplnej kontinuite. Dominantný príbeh = dominantné (osobne preferované) poznanie. Dominantný príbeh nemusí nevyhnutne obsahovať emócie, či prežitú skúsenosť; preto je potrebné venovať mu zvýšenú pozornosť. Dekonstrukcia – vytváranie nového, alternatívneho príbehu, v ktorom sa konštruujú nové udalosti. Podľa Foucaulta máme vďaka sociálnemu poznaniu konštitučnú moc konštruovať svoje vlastné príbehy a čiastočne pretvárať príbehy ponúkané

Príbeh (text) to je najmä (seba)organizujúci princíp ľudského konania (seba samého). V príbehu sa situujeme, na príbeh sa odvolávame, príbeh utvárame, príbehom žijeme. Príbeh to je narácia; je to sebe vlastná organizácia epizód, akcií (konania) a vysvetlení akcií (konania). Ako uvádza R. T. Sarbin, s.491 in (Taročková, 2005)), narácia je výkon, ktorý spája reálne fakty a výtvary predstavivosti, je v nej zahrnutý čas a miesto. Príbeh jednotlivcovi dovoľuje začleniť do textu jeho vysvetlenie vlastného správania, uvedenie príčin toho, čo sa udialo. Príbeh v sebe obsahuje rozpoznateľné schémy udalostí. Pre nás (učiteľov výskumníkov) je dôležité poznať príbehy detí, žiakov, študentov, ktoré si utvárajú a pretvárajú v súvislosti s učebnými témami, ich obsahmi, ale predovšetkým s dianím v didaktickej realite. Každý subjekt sa v opise príbehu (v texte konania) vyhraňuje, určuje, privlastňuje, vymedzuje, prisudzuje, spája, odčleňuje ap., potom je možné klásť si otázku: *čomu (vlastne) subjekt prikladá dôležitosť a prečo*. Tiež je možné (potrebné) klásť si otázku: *čomu subjekt nekladie význam a prečo je to tak* (čo sa za tým skrýva). Slová, slovné spojenia, myšlienky slúžia na to, aby za ich pomoci subjekt vytvoril príbeh, ktoré dáva do vzájomného vzťahu určitým štruktúrovaným spôsobom. Autor kapitoly upozorňuje, že hoci sa každý subjekt vo výučbe zúčastňuje jednej a tej istej výučbovej aktivity (v ktorej sa rozvíja didaktická situácia), i tak si vlastnú skúsenosť (ako individualizovaný kultúrny obsah) sám a sebe typickým spôsobom (re)štruktúruje. Vlastné (re)štruktúrovanie skúsenosti prináša vlastné interpretácie. Interpretácie rôznych subjektov sú preto rôzne; za učebnú účinnosť učiteľovho vyučovania sa považuje ak interpretácie rôznych subjektov sú zhodné vo svojej podstate; v zásade sa nelíšia. V školskom edukačnom kontexte tieto interpretácie podliehajú určitej sociálnej kontrole; učiace sa subjekty ich preto pozmeňujú, upravujú, aby vhodnejšie zodpovedali aktuálnemu spoločenskému poznaniu. Pri takomto používaní jazyka ustavične interpretujeme a meníme význam vlastných akcií a akcií iných ľudí v súlade s našimi praktickými a morálnymi úlohami; tým si vytvárame význam seba a iných ľudí (Taročková, 2005). Prostriedkovo-cielová štruktúra konania, ktorú zakúšame v každodennom živote, sa podobá štruktúre zápletky príbehu – začiatok, stred, koniec – čiže štruktúra konania je spoločná umeniu aj životu. Konfigurovanie skúsenosti sa zakladá na explicitných úvahách o minulých skúsenostiach, uvažovaní o budúcnosti a prítomnosť si interpretujeme ako istý prechod medzi nimi (Taročková, 2005). Pre učiteľa i výskumníka v tomto type výskumu sú tieto fakty významné. Učenie sa je vyvolávané a utlmované predovšetkým prostredníctvom významu, ktorý subjekty pripisujú svojmu konaniu. I preto je zaujímavé skúmať spôsoby, ktorými subjekty rozprá-

spoločnosťou. Táto možnosť je závislá na prístupe, na našej dostupnosti adekvátneho „(sú)hlasu“ v spoločenskom diskurze. Podobne aj tento text, ktorý čítate, ponúka istý pohľad na to, s akými konštruktmi narábajú súčasní metodológovia a didaktici zakladajúci svoje poznanie na postmoderných východiskách.

vajú o svojich motívoch a ich sociálnych dôsledkoch a ako ich predkladajú (zdôvodňujú) iným ako žiadúce (potrebné).

Na základe našich dlhoročných skúseností a profesionálnych preferencií (autora kapitoly a ním vedeného tímu) uprednostňujeme kvalitatívnu metodológiu, vďaka ktorej sa lepšie rozumie ľudským udalostiam a ľudským aktivitám. Kvalitatívna metodológia využíva princípy jedinečnosti, neopakovateľnosti, kontextuálnosti, procesualnosti a dynamiky. Na jej základe využívame cielene reflexívnu povahu akéhokolvek pedagogického a psychologického skúmania. Na opísanie, analyzovanie/interpretovanie nekvantifikovaných a nekvantifikovateľných vlastností skúmaných pedagogických a psychologických fenoménov našej internej a externej reality uplatňujeme kvalitatívne výskumné stratégie, nástroje, metódy, techniky. Kvalitatívna metodológia je sebestačnou metodológiou, čo znamená, že nepotrebuje koncepty kvantitatívnej metodológie, aby bola a zostala funkčnou, integrovanou a s vlastnou identitou. Jedným zo zásadných prvkov kvalitatívnej metodológie je (re)konceptualizácia a i vďaka tomuto prvku je vyhranená voči kvantitatívnej metodológii. Kvalitatívna metodológia narába so slovom, významom, významovými posolstvami subjektov, naráciami (narativitou), metaforami, či hyperbolami; to sú jej typické nástroje. Nezaujíma sa o čísla, množstvá, veličiny, rozmery, výpočty, štatistiky ap., to prenecháva kvantitatívnej metodológii. Obe metodológie však predstavujú skúmanie odlišných a nekompatibilných entít, elementov ap. Obe vidia svet a jeho interpretácie odlišne a nezlučiteľne. Jedna z nich dokazuje (kvantitatívna) a druhá ukazuje aký je konštruovaný svet (kvalitatívna) z pohľadu tých, ktorí v ňom žijú. Jedna je sterilná, nedotknutá, vzdialená, objektívna a druhá je ľuďmi zasiahnutá, prepojená, je ich súčasťou, je subjektívna. Preto vysvetľovanie rovnakého javu z pohľadu kvantitatívnej metodológie je a musí byť odlišné od jeho vysvetľovania z hľadiska princípov kvalitatívnej metodológie, a to zodpovedajúcou terminológiou. Obe metodológie sú odlišné, ale ak sú obe rovnako dobre odvedené dvomi odlišnými skupinami výskumníkov, môžu poskytnúť kompaktnejší obraz o skúmanej realite. Na rozdiel od kvantitatívnej metodológie (ktorou sa kladú otázky: *Koľko?*; *Koľkokrát?* – pretože ide o kvantifikáciu skúmaných javov a dedukovanie, na ktoré sa odpovedá číslom, množstvom, veličinami) sa uplatnením kvalitatívnej metodológie kladú otázky: *Koľko?*; *Koľkokrát?* – pretože ide o kvantifikáciu skúmaných javov a dedukovanie, na ktoré sa odpovedá číslom, množstvom, veličinami) sa uplatnením kvalitatívnej metodológie kladú otázky: *Prečo?*; *Ako?*; *Čím?* ap., čo znamená, že sa pátra po kvalite významu/ov a ide o určenie kvality z pohľadu dotknutých subjektov. Ako vidno, aj rigorózný prístup oboch metodológií je odlišný. Kvalitatívna metodológia sa vo výskume uplatňuje vždy a vtedy, keď je skúmaný problém integrálnou súčasťou subjektov výskumu.

1.4 Očakávania a účel výskumu

Výskum realizujeme preto, aby sme získali obraz o výučbovom diskurze, porozumeli mu cez interpretácie, ktoré získame od subjektov výskumu, a preto, aby sme ho mohli korektne interpretovať. Zaujíma nás, ako sa vyvíja výučbový diskurz v prostredí školského edukačného kontextu subjektov výskumu, ktorý transformuje výučbu pod vplyvom využívania rozšírenej reality vo výučbe. Výučbový diskurz vedú a udržiavajú subjekty výučby, tým že sústavne tematicky konverzujú; že na nich pôsobí konverzačný aparát. Výučbový diskurz je preto chápaný ako celok dynamických interakcií na podklade rečových aktov, prostredníctvom ktorých subjekty menia svoj uhol pohľadu na učivo. Jazyk uplatnený vo výučbe nevyopovedá len o jednotlivcovi, ale aj o sociokultúrnom kontexte a o spôsobe, ako sa o témach hovorí. Formálny jazyk môže indikovať využívanie z výučbového diskurzu priamo (konsenzuálne podmienených) prevzatých odpovedí; hovorová reč môže naznačovať, že subjekt práve vytvára novú odpoveď na tematicky previazanú otázku. Je prospešné si uvedomovať práve rozdiely (možnosti, či limity) formálneho jazyka a hovorovej reči v súvislosti s učením sa prostredníctvom výučbového diskurzu, ktoré môžu sprehľadniť identifikovanie osobného vkladu do myšlienok. Pri identifikovaní obsahu hovorovej reči zameriavame pozornosť na stratégie sebaaprezentácie, lebo si kladieme otázku, *prečo subjekt výskumu sa prezentuje v súvislosti s výskumom uplatnenia rozšírenej reality vo výučbe práve takto a prečo (s akým cieľom?)*? Naša pozornosť je zacielená na opis, resp. explikáciu myšlienkového obsahu a vysvetlenie mentálnych operácií na učive/s učivom, myšlienok (kognitívnych štruktúr), ideí, hypotéz a ich motívov, ktoré subjekty vlastnia. Ani to, že je skúmaná téma pre subjekt výskumu nová, nemusí byť nevyhnutne na škodu, práve naopak, poskytuje nám to náhľad do procesu utvárania názoru, do rozmýšľania, argumentovania a zdôvodňovania. Okrem obsahovej stránky, si výskumne všímame aj rovinu argumentovania (na koho a čo sa subjekt vo svojich výpovediach odvoláva; čomu a komu vo svojich argumentoch verí ap.). V obsahovej stránke nám ide o zisťovanie toho, aký charakter má zámerné selektovanie odpovedí (obsahov) subjektov výskumu; prečo (si) vyberajú práve tieto obsahy a nie iné, a zároveň prečo niektoré obsahy v odpovediach absentujú. V súlade s J. Brunerom akceptujeme názor, že subjekty žijú svoje príbehy, a že samotný príbeh subjektu reprezentuje časti jeho/jej identity. V každom ohľade je však v centre našej pozornosti porozumieť obsahu a komplexnosti významov, aké subjekty prikladajú svojmu prežívaniu, premýšľaniu, konaniu a svetu, ktorého sú súčasťou; ako subjekty v rámci sociálnej interakcie (vo výučbovom diskurze) spoluutvárajú a spolupretvárajú sociálnu realitu. To

realizujeme na základe skúmania presvedčení alebo konštruktov, ktoré sú buď preukázané (prítomné), alebo len naznačené v rozprávaní subjektu (ako subjekt transformuje, vyslovuje verejné/sociálne na osobné/psychické). *Sme presvedčení, že významotvorné pasáže príbehov, výpovedí/interpretácií nám umožnia vytvoriť obraz o tom, ako rozšírená realita pozmeňuje vysvetlenia podmienok procesu výučby a zároveň porozumieť tomu, aký vplyv majú tieto zmenené vysvetlenia podmienok na učiace sa a vyučujúce subjekty. Zamýšľať sa nad procesom výučby je:*

- Otázkou významu – Aký význam ako subjekt pripisujem procesu výučby? Aký význam procesu výučby pripisujú jeho ďalšie subjekty? Je prítomná významová zhoda medzi mnou a ďalšími subjektmi výučby, ako i medzi nimi navzájom? Na ktorých interpretáciách významu procesu výučby sa možno zhodnúť; na ktorých nie a prečo? Otázka významu je spätá s nachádzaním odpovedí minimálne na dve určujúce podotázky: a) *Je interpretácia didaktickej reality procesu výučby významná, pretože zvažovaná skutočnosť zasahuje a ovplyvňuje dotknuté subjekty?* A b) *Je interpretácia didaktickej reality procesu dotknutými subjektmi výučby významná, pretože prezentuje (naznačuje) alebo odhaľuje čosi (ne)typické, či (ne)špecifické v súvislosti s ustáleným správaním subjektov v procese výučby?*
- Otázkou konceptualizácie – *Ktoré pojmy (a prečo) vzťahujúce sa na význam procesu výučby umožňujú vývoj a spresňovanie abstrahujúcich myšlienok* (integrovanie poznania do vyšších a novších celkov na základe tvorenia systémov, pojmov a ich vzťahov pod vplyvom preferovaných hodnôt)? *Ktoré koncepty a koncepcie vstupujú do interpretovania významu/významov procesu výučby?* Koncepty a koncepcie interpretovania procesu výučby vyžadujú zmenu a *pod akou perspektívou nazerania sa má zmena uskutočniť?* Ide o zapájanie dialektického procesu „ucho-povania“, porozumenia a interpretovania didaktickej reality, v ktorom to prežité, uskutočnené a uvedomované umožňuje konfigurovať formu myslenia, ktorá prepája subjekt s reálnymi otázkami, témami, problémami ap. chápania procesu výučby. Je to tiež otázka kritického myslenia (najmä metodologického zdôvodňovania). Kritické stanoviská sú predpokladom výskumnej (akčnej) transformácie procesu výučby, aby sa mohla redimenzovať (opätovne dimenzovať) vitálna prax kultúrnych a diskurzívnych praktík procesu výučby. Ide o zameranie sa na koncepty (koncepcie), ktoré skúmaný jav najpriliehavejšie opisujú. Učiteľ výskumník ich musí dopátrať. Ich interpretácia subjektmi výučby je dôležitá nielen kvôli interpersonálnemu porozumeniu, a tiež i preto, lebo majú diskurzívny základ.

- Otázkou výskumu – *Čo sa javí potrebné skúmať v procese výučby – prečo sa tým výskumne zaoberať? Čo konkrétne a prečo sa začne vynárať (objavovať) pri skúmaní procesu výučby? Je potrebné uplatniť praktické (Čomu je potrebné porozumieť?), či kritické skúmanie (Čo je potrebné odôvodnene (z)meniť?)? Prečo formulovať a identifikovať aktuálne problémy (ich profil, rozsah, presah do štruktúr procesu výučby ap.), ktoré sa vynárajú? Reálne prítomné a metodologicky uchopené rôzne kontrasty môžu pomôcť učiteľom (deťom, žiakom, študentom ap.) zvýrazniť nové, iné, funkcie, elementy, entity, faktory procesu výučby, ktoré pred skúmaním unikli (resp. neboli v zornom poli ich záujmu, či boli im vzdialené – nedotýkali sa ich) ich pozornosti (a aktuálne sa vynárajú, objavujú) a identifikovať i overiť si, ktoré funkcie elementy, entity, faktory procesu výučby sú relevantné (či irelevantné) pre ich nový koncept poznania a interpretovania významu procesu výučby. Výskum má poskytnúť porozumenie problému, zaujatie stanoviska subjektov, má opísať funkčnosť skúmaných javov vo vzťahoch systému (konkrétne, nie všeobecné súvislosti) a koncipovať novú explikačnú teóriu, príp. vyvolať zmenu (napr. akčným výskumom¹¹). Rozsah akčného výskumu zahŕňa skúmanie, ktoré „transformuje spôsob, akým učelia vidia seba samého. Musí byť orientovaný na transformáciu situácií, ktoré spôsobujú prekážky dosiahnutie vzdelávacích cieľov, zachovanie ideologických deformácií a prekážky racionálneho a kritickú prácu vo vzdelávacích situáciách (Hooley, 2005)“.*

Ak je objektom výskumných aktivít kvalitatívneho výskumníka (v rámci učiteľstva a pedagogických vied) hlavne proces výučby (v rámci inštitucionálnej edukácie) a všetko, čo sa ho týka, tak v rámci interpretovania takejto humánnej aktivity sa možno stretnúť s uvedenými typmi výskumných problémov, ako aj s ich možnou kombináciou. Kvalitatívna metodológia výskumníkovi umožní odhaliť, čo stojí za výskumným problémom z hľadísk (a pozícií) subjektov výskumu. Pre úspešnosť odhalovania je potrebné zistiť rozsah chápania výskumného problému zo strany subjektov, ktorých sa bezprostredne či následne týka, pretože problém vzíde od subjektov a učiteľ výskumník sa

¹¹ Akčný výskum je procesná a systematická aktivita iniciovaná výlučne na základe iniciatívy subjektov, ktoré pôsobia v konkrétnej sociokultúrnej praxi. Sú to napr. učelia, ktorí chcú zmeniť charakter (podstatu) svojej vlastnej praxe. Je prospešné, ak je súčasťou tímu aj profesionálny výskumník z radov subjektov alebo výskumník, ktorý sa dlhodobo zaoberá predmetnou tematikou v rámci predmetu konkrétneho akčného výskumu a ktorý bude akýmsi sprostredkovateľom vhodných metodologických princípov a nástrojov pre subjekty realizujúce akčný výskum. V školstve, v rámci zmeny napr. koncepcie výučby alebo jej podstatnej časti, je akčný výskum reálnym nástrojom zmeny evokovanej zvnútra, vychádzajúcej z profesijných potrieb a záujmov vyučujúcich. Subjekty si uvedomujú realnosť naplnenia cieľov zmeny, hľadajú konkrétne možnosti, angažujú sa v získavaní informácií, vzájomne konzultujú, koncipujú projekt vrátane konkrétneho konania vyvolávajúceho zmenu a udržateľnosť výsledkov navodených zmenou (Elliott, 1990).

ho (v tomto výskume) usiluje pochopiť už v začiatkoch tak, aby ho mohol relevantne v súlade so subjektmi výskumu interpretovať. Pri skúmaní procesu výučby vďaka kvalitatívnemu výskumu môžeme (tak ako v prípade iných humánnych aktivít) identifikovať:

- Faktory alebo vplyvy, ktoré sú v pozadí konkrétnych postojov, presvedčení a viery subjektov procesu výučby.
- Činitele a bariéry, ktoré podporujú alebo potláčajú konkrétne rozhodovanie sa, konanie a pôsobenie či nečinnosť subjektov procesu výučby.
- Zdroje, podnety vzniku alebo výskytu konkrétnych udalostí, osobných či skupinových skúseností prítomných v procese výučby a/alebo majúcich vplyv na proces výučby.
- Školské edukačné kontexty, v ktorých sa vyskytujú určité edukačné javy, vzťahy, súvislosti určitého systému.

Kvalitatívne skúmať didaktickú realitu predpokladá byť jej integrálnou súčasťou spolu s dotknutými učiacimi a učiacimi sa subjektmi, pretože pohľad z jej vnútra rozvrstvuje didaktickú realitu inak ako pohľad na ňu (sterilne, nedotknuto) zvonka. Pohľad zvnútra umožňuje globálny náhľad, celkové pochopenie javov; mentálneho, konceptuálneho (ako si subjekty javy konceptualizujú) nastavenia subjektov ap. Učiteľ výskumník (v takomto výskume) musí byť a zostať odosobnený, čo znamená akceptovať výlučne názor, stanovisko, myšlienku, poznanie, históriu, postoj, konanie, presvedčenie, pravdu, chybu/omyl, vysvetlenie, očakávanie, predpoklad, víziu, perspektívu subjektu výskumu a nekontaminovať výskumný materiál svojimi úvahami o (ne)správnosti, či (ne)vhodnosti toho, čo sa dozvedá od subjektu výskumu. Stanovisko výskumníka sa preto v takomto momente konania nevyžaduje a nie je ani žiaduce (je potrebné ostať situovaný v pozícii výskumníka a neskĺznuť do aktivít učiteľovania s cieľom evalvovať učebné výsledky žiakov). Výskum je organizačná forma vedy, je to vedecká profesijná aktivita (Švec et al., 1998), čo znamená uvažovať a realizovať také výskumné aktivity, ktoré svojím zámerom, cieľom – jednoducho, celou svojou koncepciou umožnia reálny a kvalitatívny posun vedy v jej trajektórii. *V súvislosti s pojmom reálny autor kapitoly naznačuje, že posun má byť zjavný, má umožniť vidieť skutočný stav vedy, ktorá bola na počiatku skúmania v bode za horizontom a po výskume sa horizont stal prítomnosťou.* Pod pojmom kvalitatívny treba zvažovať prítomnosť tých zmien, ktoré navodia kvalitu v podobe úplnosti, presnosti, výstižnosti, vyváženosti, vymedzení, jasnosti na úrovni vyššieho rozvoja poznania vo vede. Postmoderní vedci trvajú na tom, že nie sme diváci, ktorí prijímajú svet, ale účastníci toho, čo sa snažíme poznať (Grenz, 1997). Meniace sa poňatie sveta dalo do pohybu zmenu v našom chápaní toho, čo je poznanie a ako poznávame. Veda už nevystupuje ako ostrov objektivity v mori kultúrnej

relativity. Pod vplyvom novej paradigmy vedci prijímajú nové nástroje a skúmajú nové miesta (Kuhn, 2012). A čo je ešte dôležitejšie, počas revolúcií vedci vidia nové a odlišné veci, i keď sa pozerajú známymi nástrojmi na rovnaké miesta, ktoré pozorovali predtým. Po viac ako štyridsiatich rokoch od tejto myšlienky (1970/1972) si súčasníci uvedomujú, že treba nachádzať a uplatňovať i nové nástroje skúmania, ktoré vnesú do zmieneneho pozorovania nový rozmer (Kuhn, 2012). Nový rozmer pozorovania predstavuje prijať fakt, že pomocou jazyka si konštruujeme svoj vlastný svet a že existuje toľko rôznych svetov, koľko je svetotvorných jazykov. Túto mnohosť svetov postmodernizmus plne rešpektuje. Mnohonáborovosť je novším fenoménom v našom kultúrnom priestore a jednou z nových úloh vedca je nachádzať a analyzovať/interpretovať zjednocujúce znaky v intersubjektívom myslení subjektov ako spolutvorcov súčasných svetov. V súčasnosti jedinca, skupiny, spoločenstvá sú tvorcami i súčasťami mnohopluralitných modelov uvažovania, pluralita je na vzostupe; utilitarizmus patrí do minulosti.

1.5 Dĺžka času a intenzita zberu výskumných údajov

Jednotlivé výskumné aktivity boli realizované v rôznom čase, v rôznom školskom edukačnom kontexte a rôznej intenzite. Keďže ide o kvalitatívny výskum, ide o hĺbkové skúmanie. Súčasťou výskumu boli všetky stupne vzdelávania – od predprimárneho vzdelávania po univerzitné vzdelávanie.

1.6 Vhodnosť výskumných nástrojov

Tým, že sme súčasťou rôznych školských edukačných kontextov škôl a máme zámer navodiť istý druh zmeny vo výučbe, uplatnili sme učiteľský a akčný výskum. V rámci akčného výskumu sme uplatnili focus group, diskurzívne, naratívne a fenomenografické interview, priame a systematické fluidné pozorovanie. Interview pre nás znamená ten najpodstatnejší výskumný nástroj, ktorý je využiteľný v ktorejkoľvek fáze výskumu, ako i v rôznych výskumných aktivitách. Napr. naratívne interview ponúka možnosti vypovedania osobného príbehu, ktorý je subjektom vytvorený na základe jeho priameho kontaktu s výučbou (učeníím sa) podporovanou rozšírenou realitou. Podľa toho ako subjekt interpretuje svoj príbeh z výučby podporovanej rozšírenou realitou, tak sú mu v jednotnej línii s interpretáciou predkladané vyvodené otázky

typu: *Prečo si využil práve toto?; Môžeš mi vysvetliť ako to funguje a na čo je to možné využiť? Čo to pre teba znamená? Ako inak by si to mohol využiť?; Čo by si mohol odporučiť v súvislosti s využitím AR vo výučbe iným žiakom? Mali by sa týmto mali zaoberať aj iní žiaci; Ak áno, prečo?; ako i ďalšie otázky.* Učiteľ výskumník je sám osebe tiež výskumným nástrojom, čo pre tu uvádzaný koncept výskumu predstavuje zásadný obrat v chápaní skúmania didaktickej reality.

1.7 Etické otázky (problémy)

V rámci dodržania etických princípov, na ktorých si učiteľ kvalitatívny výskumník zakladá, sme sa usilovali získať súhlas, a to i v podobe informovaného súhlasu, ktorý sa vzťahuje na neplnoleté subjekty. Súhlasy sme získali a postupovali sme tak, aby sme subjekty nášho výskumu nevystavili situáciám, v ktorých by mohla byť ohrozená sebaúcta. Deklarujeme, že audio a video záznamy budú použité výlučne na výskumné a vzdelávacie účely, ako to umožňuje legislatíva Slovenskej republiky. Zamedzíme ich zneužitiu na iné účely a neposkytneme ich tretím osobám.

1.8 Výskumný problém

Čo sa týka prvotiny a aktuálnosti objektu výskumu ide o reálne výnimočný typ skúmania, pretože rozšírená realita je novum v podmienkach školského edukačného kontextu škôl regionálneho školstva i vysokého školstva (učiteľských št. odborov) v Slovenskej republike. Tým, že sa doteraz sa nerealizovala výučba s podporou, či využitím rozšírenej reality, absentuje akákoľvek skúsenosť, ktorá by indukovala opodstatnenosť jej uplatnenia v prospech procesov učenia sa a učenia, na ktorú by bolo možné sa odvolávať, resp. ťažiť z nej. Historicky prvotné zavedenie rozšírenej reality do výučby predstavuje viaceré didaktické možnosti, ktoré v didaktickej realite zasiahnu do podmienok a zákonitostí procesu výučby, čo sa preukáže v zdôvodneniach, vysvetleniach, interpretáciách subjektov výučby. Zmenené podmienky vyvolávajú potrebu zaujať odlišné/iné stanoviská späté s tým, ako sú subjekty konfrontované s novu didaktickou realitou (ktorej súčasťou je rozšírená realita); ako ju ovládajú a zvládajú. Ide o porozumenie vzťahu, ktorý si utvárajú subjekty procesu výučby s rozšírenou realitou. Ohniskom záujmu sú tie oblasti diskurzu a adaptácie na diskurzívne kontexty, ktoré sa interpersonálne zmenili.

Pátrame po významných situáciách, skúsenostiach a interpretáciách.

Dizajn procesu výskumu sme rozvrstviли do troch celkov.

1. Pred udalosťou

Ktoré sociálne reprezentácie mali/majú vplyv na utváranie konštruktov vzťahujúcich sa na rozšírenú realitu? Aká je lokalizácia subjektov (učiteľov a detí/žiacov/štvudentov) v diskurze o rozšírenej realite pred udalosťou? *Ako zvažujú využiť rozšírenú realitu v prospech učenia sa a učenia?*

2. Udalosť

- A) Akým rečovým aktom v rámci konverzácie sú vystavení deti/žiaci/štvudenti a učelia?
- B) Aké kultúrne praktiky s rozšírenou realitou deti/žiaci/štvudenti a učelia vykonávajú, aký/é význam/y im v konaní a konverzácii pripisujú a prečo?
- C) Aký kontext výučby s využitím rozšírenej reality je učiteľmi a deťmi/žiakmi/štvudentmi udržiavaný? Čo je jeho obsahom?

3. Po udalosti

- A) Aké relevantné významy a označenia vznikli a/alebo sa vyzdvihli v prislúchajúcom diskurzívnom kontexte? Čomu sa venovala pozornosť zo strany detí/žiacov/štvudentov a učiteľov?
- B) Aká je lokalizácia subjektov (učiteľov a detí/žiacov/štvudentov) v diskurze po udalosti? Aké konštrukty sú dôsledkom udalosti – interpersonálneho diskurzu? *Ako využili rozšírenú realitu v prospech učenia sa a učenia a čo si o tom myslia?*

Nehodnotíme udalosť, ale jej interpretácie v interpersonálnom diskurze; čiže ako si udalosť subjekty interpretačne vysvetľujú, aký/aké význam/y jej v diskurze pripisujú a do akého kontextu ju zasadzujú. Udalosti pripisujeme didaktickú (a metodologickú) závažnosť pretože je určujúca, lebo na ňu je zacielený interpersonálny diskurz. Z toho plynie, že je potrebné, aby učiteľ (učiteľ výskumník) dbal na:

1. Udržiavanie plynulosti diskurzu vo výučbe.
2. Charakter, kvalitu diskurzu vo výučbe.
3. Všetkých účastníkov diskurzu vrátane seba samého (v zmysle daných sociálnych podmienok).
4. Tematickú previazanosť diskurzu a jeho obsah i hĺbku.
5. Diskurzívne spôsobilosti účastníkov diskurzu (v zmysle daných individuálnych a sociálnych podmienok).

Ohniskom výskumného záujmu sú tie oblasti diskurzu o využití rozšírenej reality vo výučbe a adaptácie na diskurzívne kontexty, ktoré sa po udalosti zmenili s uvedením si skutočnosti, že charakter adaptácie na meniaci sa diskurz je referenčným rámcom našej didaktickej a výskumnej pozornosti, ako i nášho uvažovania. Základom našich analýz (hodnotení) sú vlastné myšlienky (konštrukty) subjektu, vrátane skupiny, ktorej je súčasťou. Konštrukty sú definované vzhľadom na reálnych ľudí, s ktorými je subjekt výskumu v určitom vzťahu. Interpretáčny svet subjektu sa využije na skúmanie toho, ako on uplatňuje svoje konštrukty. Učiteľ výskumník má tak príležitosť porozumieť poskytnutému rámcu, na základe ktorého sa pokúša pochopiť hodnoteniu a klasifikácii interpretácií konkrétneho subjektu výskumu. Výskumný subjekt je pre nás kvalifikant, ktorý v diskurze uplatňuje isté kvalifikátory (ako označenia zaraďujúce hodnotený prvok do istého súboru javov), ktoré nám pomôžu zaradiť určitú (výskumne určujúcu) interpretáciu do verejnej (sociálnej) alebo súkromnej (psychickej) dimenzie. Na učiteľa výskumníka sa obraciamе ako na experta, ktorý poskytuje expertný odhad – kvalifikované a erudované posúdenie pôvodnej a pozmenenej didaktickej reality. Vnesenie nového prvku do systému vyvolá systémové zmeny; učiteľ ako aktér je kompetentný ich zdôvodniť a argumentovať.

Ako uvádza (Burr, 2006) diskurz sú metafory, reprezentácie, obrazy, príbehy, tvrdenia, oznámenia, preferované témy ap., ktoré spolu istým spôsobom produkujú istú verziu javov. R. Harré (1995) uvádza, že diskurz je spôsob, ako stav vecí vysvetľujeme, podávame, predostierame; je to spôsob a obsah vyslovovania myšlienok a ich komunikovania. Sú to všetky formy jazykového prejavu – napr. oznamovanie, dohadovanie sa, konfliktná komunikácia, rétorika; všetky formy hovorenej formálnej a neformálnej interakcie, písané texty všetkého druhu. Je to však využívanie aj iných symbolov alebo intenci-onálnych znakov podľa istých pravidiel (Harré, 1995). Cieľom kvalitatívneho výskumu je získať, konštruovať také personálne a/alebo sociálne poznanie, ktoré umožní účinne konať, meniť sociálnu realitu; t. z., čo bude na prospech jednotlivcom, skupinám, či spoločnosti. Kvalitatívna metodológia umožňuje detailné porozumenie perspektív subjektov výskumu. Osoby (subjekty), kontexty alebo skupiny nie sú redukované na premenné, ale sú zvažované ako jeden celok. Každý kontext je jedinečný, tak ako subjekt či skupina osôb. Prostredníctvom adekvátnej výskumnej stratégie sa hľadá možnosť ako získať a analyzovať údaje subjektívneho významu. Zámerom kvalitatívneho výskumu je rekonštruovať špecifické kategórie, ktoré využívajú subjekty v konceptualizácii svojich skúseností a svojich koncepcií. Kvalitatívna metodológia a jej skúmanie sú orientované na hĺbkové štúdium – porozumenie komplexnej sociálnej reality, ktorým výskumník získava údaje cez akumulovanie počet-

ných textov (konania subjektov) získaných rôznymi nástrojmi, metódami a technikami získavania údajov. Analýza informácie má byť uskutočnená systematicky, zameraná na vytváranie konštrukcií a vzťahov medzi nimi, čo predstavuje, že kvalitatívnou metodológiou sa uceleným spôsobom dosiahne proces teoretizácie. Pojem systematicky (proces systematizácie) odkazuje na pojem systém, to znamená, že vzájomne prepojená skupina entít sa bude riešiť komplexne. Systematizácia v kvalitatívnom skúmaní je nevyhnutná, pretože ak sú údaje formalizované a systematizované, teoretizácia je dôsledkom mentálnej tvorivej aktivity a nie je čistou empiriou, či špekuláciou. V súčasnosti sa nie všetky uplatňované analytické, interpretatívne modely a ich postupy v kvalitatívnom skúmaní orientujú na generovanie teórií. Keď je však teoretizácia cieľom výskumnej aktivity výskumníka, je potrebné uplatniť porovnávanie koncepcií so zámerom odhaliť, ktorá z nich má významnejšiu – väčšiu dôveryhodnosť (Goetz et al., 1988). Na tento účel kvalitatívny výskumník využíva metodologickú stratégiu uplatňovania metódy konštantnej komparácie (porovnávania). Tak či onak, úlohou výskumníka je spolu so subjektmi výskumu odhaliť dôveryhodnosť významov, ktoré sa exponujú počas výskumnej aktivity. Kvalitatívne skúmanie to je príležitosť, aby sa teória vynorila z interpersonálnej interakcie a transakcie, ale i z interakcie, ktorá sa vykonáva na výskumnom materiáli získanom vo výskumnom teréne (elaborácia výskumného materiálu). Ide o to, aby sa uskutočnila nematematická interpretácia, ktorej zámerom je objaviť – identifikovať koncepty a vzťahy a organizovať ich do explikatívnych (výpovedných) teoretických schém. Systematická cyklickosť procesu predstavuje nazeráť na kvalitatívne skúmanie ako na spôsob prepletania a rozuzlovania operácií získavania údajov vo výskumnom teréne, kódovania, kategorizovania, analyzovania/interpretovania informácie v celej dĺžke skúmania – to zodpovedá holistickému charakteru skúmania. Realita vo forme kvalitatívneho skúmania je zvažovaná ako podmienená a ovplyvnená kultúrou a sociálnymi vzťahmi; to sa vzťahuje na jej definovanie, porozumenie, analýzu spôsobov chápania, myslenia, cítenia i konania tých, ktorí sa zaoberajú jej poznávaním. V prípade kvalitatívneho výskumu sa koncepcia jeho dizajnu člení na dva modely podľa charakteru, zmyslu a zámeru kvalitatívneho skúmania – praktické a kritické skúmanie¹².

¹²Bližšie o kvalitatívnej metodológii v učiteľstve a pedagogických vedách v publikácii: Kostrub, D. (2016). *Základy kvalitatívnej metodológie*. Keď interpretované významy znamenajú viac ako vysoké čísla. Bratislava: Univerzita Komenského

1.9 Elaborácia výskumného materiálu

Spracovanie výskumného materiálu sa uskutočňuje za podpory softvérovej asistencie organizovania a analyzovania výskumných dát ATLAS.ti (počítačový program používaný väčšinou, ale nie výlučne, na kvalitatívny výskum alebo kvalitatívnu analýzu údajov). Zostávame tiež verní aj mechanickému spracúvaniu výskumných dát, pričom uplatňujeme stratégiu konštantnej komparácie, s. 83-86 in (Kolb, 2012), s ktorou máme viacročné skúsenosti. Výskumník vo výskumnom materiáli vyhľadáva prítomnosť javu – jeho výskyt, jeho rozloženie (v ktorých pasážach sa objavuje), zastúpenie (čo reprezentuje) a jeho opakovateľnosť – kedy (v akých podmienkach) a v akých naznačených súvislostiach sa opakuje. Neodmysliteľne výskumníka zaujíma subjektová významnosť, ktorú subjekt výskumu javu osobne pripisuje, ako i to, prečo ju javu prikladá. Výskumník tiež pátra po kontextuálnosti, čiže do akého kontextu je jav zasadený a aký kontext môže jav reprezentovať. Identifikované vzťahové rámce javu sú dôležité, poskytujú výskumníkovi možnosť tvorivej mentálnej abstrakcie. Pospájaním jednotlivých identifikátorov vo výskumnom materiáli získava výskumník predobraz objektu výskumu. Autor kapitoly zdôrazňuje pojem (do)pátrať, čo znamená nájsť identifikátory (akoby dôkazy), ktoré sú určujúce. Ich prípadná absencia či pojmová neurčitost, prázdnota (floskula) či neúplnosť znemožňujú seriózne (metodo)logicky pokračovať v analýze, interpretácii dát výskumného materiálu, nakoľko výskumný materiál má byť a ostať za každých okolností informačno-pramenným materiálom. Opakovane sú prehrávané digitálne záznamy z výučby a prečítavané poznámky (učiteľov výskumníkov), aby sa vyhľadali signifikantné entity, elementy a faktory vypovedajúce o aktuálnom stave (status praesens) vo výučbe a na ňu nadväzujúcim vzťahovom rámci. Pri analyzovaní zistení pochádzajúcich z pozorovaní bol vyabstrahovaný referenčný rámec. Referenčný rámec vznikol na základe opisov integrujúcich konanie, komunikovanie a vypovedanie subjektov výskumu v pozorovanej výučbe. Registrácia výsledku bola vyhodnocovaná na základe vzniknutého referenčného rámca s hodnotiacimi komentármi v interpretácii výsledkov výskumu. Interpretovanie výskumného materiálu bolo inšpirované štúdiou (Attride-Stirling, 2001):

I. analytické štádium: Redukcia a rozčlenenie textu.

- Kódovanie výskumného materiálu (Navrhnutie rámca kódovania, Rozloženie textu využitím rámca kódovania).
- Identifikovanie tém (Abstrahovanie tém zo segmentov kódovaného textu, Precizovanie tém).
- Konštruovanie tematických sietí (Usporiadanie tém, Výber základných

tém, Znovu usporiadanie tém, Identifikovanie globálnej témy, Ilustrovanie zosieťovanej témy, Overenie a spresnenie témy).

II. analytické štádium: Skúmanie textu.

- Deskripcia a bádanie textu.
- Sumarizácia tematickej siete.

III. analytické štádium: Integrácia a explorácia.

- Interpretovanie vzoriek.

Veľké množstvo výskumného materiálu bolo elaborované MKK a sledovala sa nasýtenosť identifikovaných kategórií v zmysle:

1. Porovnávanie udalostí využiteľných pre nejakú kategóriu.
2. Integrovanie kategórií a ich vlastností.
3. Vymedzenia teórie.
4. Koncipovania teórie (Holstein et al., 2013); nejde o konšpiračnú teóriu (typickú pre kvantitatívne výskumy), ale o teóriu, ktorá je výsledkom preverenia dôležitých skúmateľných (identifikovaných, elaborovaných) konceptov, či sú súčasťou každodenného života ľudí alebo nie sú. Uplatnené metodologické princípy triangulácie: ide o určenie toho, čo je objavené v prislúchajúcom kontexte (stupeň nezávislosti a stupeň porovnateľnosti rozličných textov konania) a o to, či vytvorené koncepty pochádzajú od výskumníka alebo z terénu (stupeň jasnosti) (Castiblanco et al., 2010). V rámci triangulácie teórie – ide o rozvinutie možnosti tvorby teórie cez uvedomovanie si a analyzovanie viacerých vynárajúcich sa hypotéz a perspektív. Cieľom triangulácie teórie v tu opísanom výskume je porozumenie a rekonštrukcia pripisovaného významu. Využil sa základný konceptuálny a metaforický jazyk. Keďže ide o kvalitatívny výskum, využil sa flexibilný a dezorganizovaný spôsob porozumenia informáciám na základe induktívneho a participatívneho spôsobu vyhľadávania informácií. Základom pre trianguláciu teórie bola holistická a konkretizujúca orientácia.

1.10 Výsledky

V realizovanom kvalitatívnom skúmaní spôsoby validácie (zabezpečenie platnosti), verifikácie (pravosti) a spoľahlivosti sú uplatnené:

- Triangulácia – kombinované uplatnenie rozličných výskumných nástro-

jov, metód, skupín subjektov výskumu, lokálnych a časových priestorov a rôznych perspektív teoretického rámca zameraných na získanie fenoménu.

- Metóda konštantnej komparácie – uplatnenie systematickej komparácie kodifikácií a klasifikácií.
- Stupeň generalizácie – vytvorenie konštrukcie pochádzajúcej z terénu.
- Prezentovanie procesu – imaginárne prenesenie publika do výskumného terénu.
- Evalvácia procesu a kontrola kvality – realizovala sa prostredníctvom spoľahlivosti a dôveryhodnosti.
- Prezentácia výsledkov výskumu – v koncipovaní výskumných zistení (vynárajúce sa otázky) a diskusie (otázky smerujúce k podstate textu, *čo ďalej robiť v otázke podpory výučby rozšírenou realitou a jej rozvinutia v rovine náležitých didaktických princípov*) na základe konštruovania konsenzov v diskurze (*intersubjektivite*).

V kvalitatívne poňatom výskume venujeme triangulácii náležitú pozornosť. Triangulácia slúži na konvergenciu zistení (údajov) a z nich odvodených záverov. Kvalitatívni výskumníci sa na trianguláciu odvolávajú ako na neodmysliteľný nástroj verifikácie a validácie výskumných zistení (dôkazov). V kvantitatívne poňatom výskume sa výskumníci odvolávajú na verifikáciu a použitie viacerých zdrojov validných informácií, v kvalitatívne poňatom výskume má triangulácia hodnotu v rozšírení porozumenia skúmanému javu a/alebo v pridaní šírky, či hĺbky uskutočnenej analýze/interpretácii, a to prostredníctvom uplatnenia viacerých perspektív alebo rôznych typov interpretovania výskumného materiálu a zistení. Inými slovami, „bezpečnosť“, ktorú poskytuje triangulácia, je dávať ucelenejší obraz o javoch, nie však nevyhnutne istejší. Autor kapitoly výskumne stále eviduje existenciu určitého odporu voči uplatňovaniu kvalitatívnej metodológie, najmä v určitých doménach, kde je závislosť na číslach stále výrazná. Kvalitatívna metodológia v školskom edukačnom prostredí je odôvodniteľná, pomáha lepšie, precíznejšie a kultivovanejšie porozumieť záležitostiam výučby z pohľadov jej subjektov (bližšie v predchádzajúcich kapitolách). Narábame s jemnými dátami, nemožno na ich získanie a následné operovanie nimi využiť hrubú silu predstavovanú kvantitatívnou metodológiou.

Konkrétne výsledky sú uvedené v rôznych nadväzných vedeckých štúdiách. Týmto výskumom nič neoverujeme, ale snažíme sa porozumieť subjektu a subjektom ako členom učiacej sa skupiny. Zaujímame sa o príbeh a jeho konštruovanie, ktorý je spätý s učením sa vo výučbe podporovanej rozšírenou realitou. Ide o ukážku toho, ako sa za pomoci slov vytvára svet výučby podporovanou rozšírenou realitou. V ukážke takto konštruovaného sveta

je implementovaná relativistická vícia sveta, priestory vzájomných vzťahov a narativita. Ukážka vo forme narativity, príbehu je významnou formou reprezentácie reality s využitím diskurzu, rétoriky a sociálnych konštrukcií. Konverzačné reality v narativite, v konštrukcii príbehu sú aktívnym konštruovaním života prostredníctvom reči. Príbehy sú zároveň posolstvá, či odkazy, lebo odkazujú na jazykovú skúsenosť subjektu, subjektov a vďaka ich porozumeniu môžu iné subjekty situovať svoju skúsenosť do konkrétnych príbehov. Základom je pochopenie iných; porozumenie ich jazykovému príbehu tak, ako je to len možné. Porozumenie otvára cestu inšpirácii, t. z., že máme právo sa domnievať, že príbeh našej didaktickej skúsenosti s využitím rozšírenej reality vo výučbe iné subjekty nadchne a bude pre ne inšpiráciou. Skúsenosti sú neprenosné, ale nám nejde o to, aby mali iné subjekty rovnaké skúsenosti ako my. Nám ide o opakovateľnosť nami uplatnených procesov inými subjektmi. Zároveň sa usilujeme, aby sme náš príbeh predstavili iným subjektom ako ten, ktorý je hodnotný a prinášajúci zaujímavé výsledky v oblasti učenia sa vo výučbe podporovanej rozšírenou realitou. Súbežne nám ide o pochopenie seba samého v spleti tvorby jazykovej skúsenosti na podklade vzájomnej úzkej kolaborácie s inými subjektmi. Ide o súkromné zodpovedanie si otázky, čomu ako jednotlivce (ale zároveň člen istého spoločenstva) prikladám význam. S tým je spojené hodnotenie dôležitých procesov, ktoré sa vyskytujú na rozhraní v tvorbe jazykovej skúsenosti medzi jednotlivcom a inými subjektmi. Pripisovanie osobného významu v súvislosti s interpersonálnymi, sociálnymi konštrukciami významov nie je vždy vo vzájomnom súlade. Práve procesy dohadovania (sa)/rokovania predstavujú určité závažné kritické zlomy, momenty. V neposlednom rade nám ide o uvedomenie si sebaovládania samotným subjektom na podklade vplyvu diskurzu. *Aký silný musí byť konverzačný aparát, ktorému je subjekt vystavený, aby nastala zmena vo vnútornom prostredí subjektu? Ktoré stratégie a mechanizmy sú pri tom v popredí?* Subjekt sa nevzdáva svojich myšlienok len preto, že si to niekto iný (hoci učiteľ) želá. Konceptuálna zmena nastane vtedy, ak bude subjekt vystavený takej situácii, ktorá mu preukáže, že jeho doterajšie konanie neprináša taký ošoh, výsledok, ktorý on očakáva. To je proces uvedomovania, ktorý je spätý s mechanizmami autoregulácie.

1.11 Myšlienky pre pokračujúce skúmanie

Simultánne vynárajúce sa významné myšlienky pre nasledujúci výskum sú zhrnuté do nasledovných bodov:

- Učiteľia a výskumníci sa majú zamerať na charakter autonómnych riešení

- (učebných) problémov deťmi/žiakmi/študentmi bez zásahu učiteľa.
- Učitelia a výskumníci sa majú zamerať na skúmanie skupinových interakcií vo využívaní rozšírenej reality – digitálnych technológií, rôznych materiálov a iných didaktických prostriedkov s dôrazom na zvyšovanie autonómie v konaní a uvažovaní detí/žiacov/študentov v kolaborácii s ich spolužiakmi. Pozornosť sa má zamerať tiež i na procesy koordinácie viacerých uhlov pohľadu učiacich sa subjektov v reálnych i potenciálnych oblastiach ich konania.
 - Učitelia a výskumníci sa majú zamerať na rozvíjanie učiacou sa skupinou produkovaných zovšeobecnení pochádzajúcich z rečových aktov dotknutých subjektov.
 - Učitelia a výskumníci sa majú zamerať na dynamické poňatie výučbového lešenia (instructional scaffolding). Výučbové lešenie je výučbový diskurz a má procesuálny charakter, v ktorom sa ľahko mení rozsah. Kvalita požadovanej pomoci a učiacemu sa tak umožňuje posúvať sa kvalitatívne vpred v rozhraní vytvorenom uplatňovaním výučbového lešenia. Učebný a didaktický úspech závisí od určenia oblasti, ktorá je tesne mimo, ale nie príliš ďaleko za hranicami učebného potenciálu subjektov.
 - Učitelia a výskumníci sa majú zamerať na procesy vynárajúcich sa kompetencií detí/žiacov/študentov, vrátane zamerania sa na svoje profesijné kompetencie¹³.
 - Učitelia a výskumníci sa majú zamerať na udržiavanie konštrukcionistickej výučby, ktorá je životom samým o sebe; ide o spojenie ľudskosti a technológií v prospech človeka, ľudí, spoločností a spoločnosti.

1.12 Myšlienky na záver

Skúmanie výučby podporovanej rozšírenou realitou prináša viaceré príležitosti na to, aby bola téma rozvrhnutá v rôznych sledovaných oblastiach. My sme uprednostnili (ukotvené v nadväzných výskumných štúdiách) zaujímavé oblasti a témy prinášajúce výzvy na ďalšie skúmanie. Skúmanie ako také (poňaté parciálne, ale i celistvo) predstavuje didaktické i metodologické inšpirácie. Stotožňujeme sa s výsledkami výskumu, medzi ktorými má prvenstvo autonómny a kolaborujúci subjekt, ktorý v spolupráci s inými subjektmi

¹³Kompetencie sú: Preskupujúce sa – vytvárajú zoskupenia podľa aktuálneho využitia, niektoré kompetencie môžu byť preto začlenené pod iné kompetencie. Premennivé – dynamicky sa menia a rozvíjajú. Nemajú rovnakú komplexnosť – môžu mať charakter mikrokompetencie alebo metakompetencie. Môžu sa vzájomne prelínať v kognitívnej časti kompetencie – časť kognitívnej štruktúry jednej kompetencie sa prekrýva s kognitívnu štruktúrou inej kompetencie (Sacristán, 2008).

aktívne objavuje a spracúva učivo prostredníctvom využívania rozšírenej reality. V tomto type výskumu ako výsledky sú určené účinky, dôsledky vplyvu výučbového diskurzu vedeného medzi učiteľom a učiacimi sa subjektmi navzájom. Dôsledkami sú i subjektom utvorené koncepcie (ukotvené v súhlasných stanoviskách), ktoré sú v súlade alebo v rozpore s alternatívnymi koncepciami produkovanými diskurzom vo výučbe podporovanej rozšírenou realitou. Za súlad považujeme tie utvorené koncepcie, ktoré nachádzajú ukotvenie v spoločensky akceptovateľných vysvetleniach dôsledkov využitia rozšírenej reality v procesoch učenia sa (zámerne vo výučbe) v zmysle preferovaného diskurzu. Vzhľadom na skutočnosť, že realizovanie výučby za podpory rozšírenej reality v našich podmienkach nemá obdobu, je potrebné hovoriť o vznikajúcom diskurze v tejto oblasti. Ako bude tento diskurz rozvíjaný, bude závisieť od konkrétnych skúseností, ktoré umožnia mentálne abstrahovať obsahy rečových aktov a vytvoriť tak prienik do interakcií s mysľami iných subjektov. Pozitívom je stotožnenie sa učiteľov s možnosťami, ktoré prináša využitie rozšírenej reality vo výučbe. Za nesúlad považujeme tie koncepcie, ktoré sa od hlavného diskurzu vzdalujú, lebo sú nositeľmi stanoviska, že učiace sa subjekty sú presýtené digitálnymi technológiami vo svojom mimoškolskom prostredí (najmä rodina), a preto v škole by už využívané nemali byť. Naše priame metodologické a didaktické skúsenosti však vypovedajú o opak, nakoľko výskumné zistenia z našich paralelných a nadväzných výskumných aktivít ukazujú, že využívanie digitálnych technológií v rodinnom prostredí má výlučne zábavný (čas vyplňajúci) charakter. Čo sa týka časti učiteľov, tí ešte úplne neprijali zmysel didaktického využitia rozšírenej reality vo výučbe; niektorí z nich uvádzajú pochybnosti o zmysluplnosti takto poňatej výučby, ktoré pramenia z ich naviazanosti na dlhoročne uplatňovanú a spoločnosťou tradovanú transmisívnu - úlohovú (behavioristickú; pamäťovo-reproduktívnu) výučbu. Zvláštnosťou vynorenou v rámci skúmania sú učiteľmi odmietané technologické novinky (rozšírenú realitu označujú ako novinku); presnejšie všetko to, čo by mohlo narušiť ich komfort spokojnosti samých so sebou. Novinky narúšajú zabehnutý stereotyp a prinášajú neočakávané udalosti. Negatívne stanovisko je podporené aj skutočnosťou, že niektoré softvéry v rozhraní rozšírenej reality nie sú v slovenskom jazyku (čo sťažuje ich využitie subjektmi), niektoré softvéry sú cenovo drahšie a niektoré na slovenskom trhu nie sú dostupné.

- ATTRIDE-STIRLING, Jennifer, 2001. Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. *Qualitative research*. Roč. 1, č. 3, s. 385–405.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen, 1976. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas Mexico.
- BRUNER, Jerome, 1988. *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa Barcelona.
- BURR, Vivien, 2006. *An introduction to social constructionism*. Routledge.
- CASTIBLANCO, Olga; VIZCAINOVIZCA, Diego, 2010. Introducción a la investigación cualitativa. *Reseña*. Roč. 5, č. 2.
- ELLIOTT, John, 1990. *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata.
- FERNÁNDEZ-RÍO, Javier; CALDERÓN-LUQUIN, Antonio; MÉNDEZ-GIMÉNEZ, Antonio; ROLIM-MARQUÉS, Ramiro, 2014. Teoría construccionista del aprendizaje en formación del profesorado. Perspectivas de alumnado y profesorado desde la investigación cuantitativa y cualitativa. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. Roč. 18, č. 3, s. 213–228.
- GADAMER, Hans-Georg, 2000. Text a interpretace. *Reflexe*. Roč. 21, s. 5–35.
- GOETZ, Judith Preissle; LECOMPTE, Margaret Diane, 1988. *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Ediciones Morata,
- GRENZ, Stanley, 1997. *Úvod do postmodernismu. Návrat domů*.
- GUARDINI, Romano, 2000. *Prijal sám seba*. Dobrá kniha.
- HARRÉ, Rom, 1995. Emócie a pamät: Druhá kognitívna revolúcia. *Filozofia*. Roč. 50, s. 222–235.
- HARRÉ, Rom; GILLET, Grant; PLICHTOVÁ, Jana, 2001. Diskurz a myseľ: Úvod do diskurzívnej psychológie. In: *Iris*.
- HOLSTEIN, James; GUBRIUM, Jaber, 2013. *Handbook of constructionist research*. Guilford Publications.
- HOOLEY, Neil, 2005. Participatory action research and the struggle for legitimation. *The Australian Educational Researcher*. Roč. 32, č. 1, s. 67–82.
- KOLB, Sharon, 2012. Grounded theory and the constant comparative method: Valid research strategies for educators. *Journal of emerging trends in educational research and policy studies*. Roč. 3, č. 1, s. 83–86.
- KOSTRUB, Dušan, 2016. Základy kvalitatívnej metodológie. Keď interpretované významy znamenajú viac ako vysoké čísla. *Bratislava: Univerzita Komenského*.
- KOVÁČOVÁ, Denisa; SURMAJOVÁ, Žaneta, 2009. Normativistický inštitucionalizmus Ota Weinberga. In: *Days of Law: the Conference Proceedings*.
- KUHN, Thomas, 2012. *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago press.
- LUNA, Enrique Pérez, 1999. Epistemología de la evaluación cualitativa. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*. Roč. 4.
- MAŇÁK, Josef, 2003. *Nárys didaktiky*. Masarykova univerzita.
- PAPERT, Seymour, 1997. *La familia conectada: padres, hijos y computadoras*. Emecé Editores.

- PAPERT, Seymour; HAREL, Idit, 1985. *Constructionism: research reports and essays*. Ablex Publishing Corporation.
- PASCH, Marvin; GARDNER, Trevor; SPARKS-LANGEROVÁ, Georgea; STARKOVÁ, Alane; MOODYOVÁ, Christella, 1998. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Jak pracovat s kurikulem*. Portál.
- PISKÁČEK, Tomáš, 2009. Medze fenomenologie každodennosti. *Ostium - Internetový časopis pre humanitné vedy*. Roč. 5.
- POZO MUNICIO, Juan Ignacio, 2003. Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo.
- RICOEUR, Paul, 1997. *Teoría interpretácie: diskurz a prebytok významu*. Archa.
- ROSAS, Ricardo; SEBASTIÁN, Christian, 2001. *Piaget, Vigotski y Maturana: Constructivismo a tres voces*. Aique.
- SACRISTÁN, José Gimeno, 2008. *Educación por competencias. ¿Qué hay de nuevo?* Morata.
- SMITH, Mary Lee, 1987. Publishing qualitative research. *American educational research journal*. Roč. 24, č. 2, s. 173–183.
- ŠVEC, Štefan et al., 1998. *Metodológia vied o výchove. Kvantitatívno-scientistické a kvalitatívno-humanistické prístupy*. Iris.
- TAROČKOVÁ, Tatiana, 2005. K hlavným témam naratívnej psychológie. *Filozofia*. Roč. 60, č. 7, s. 490–497.
- TKÁČIK, Ladislav, 2007. Ako uvažovať o komunikácii? *Ostium - Internetový časopis pre humanitné vedy*. Roč. 3.
- VIGNALE, Silvana, 2011. *Filósofos de sospecha: Marx, Nietzsche y Freud* [online] [cit. 2020-03-09]. Dostupné z : <http://filosofiauda.blogspot.com/2011/05/filosofos-de-la-sospecha-marx-nietzsche.html>.
- VILLAMIL, Hernán Rodríguez, 2007. Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas. *Revista Educación y Desarrollo Social*. Roč. 2, č. 1, s. 71–89.
- VON GLASERSFELD, Ernst, 1989. Knowing without Metaphysics: Aspects of the Radical Constructivist Position.
- WALDENFELS, Bernhard, 1998. *Znepokojivá zkušenost cizího*. OIKOYMENH.
- WILSON, Edward, 1999. *Consilience: The unity of knowledge*. Vintage.
- ZABALZA, Miguel Ángel, 2017. *Didáctica de la educación infantil*. Narcea Ediciones.

2

Globálna a lokálna zaujímavosť vo vyučovaní geometrie a rozšírenej reality

ZUZANA BERGER HALADOVÁ

MARTINA BÁTOROVÁ

ANDREJ FERKO

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
UK V BRATISLAVE



Obr. 2.1: **Solid Geometry for Schoolers**, © Olena Mordas & Kateryna Barabash, FMFI UK, 2018. Semestrálny projekt v predmete **Virtuálna a rozšírená realita**, ktorý vyučuje Zuzana Berger-Haladová. Význam dvoj pohľadovej prezentácie množinových operácií s guľovou plochou a kockou je jednak porovnávaci, no opakovaním časti scény zdôrazňujúci virtuálny objekt ilustruje celok rozdielu a časť zjednotenia oboch telies. Prezentáciou dvoj pohľadového multimediálneho objektu sa pre časť publika ponúka viacero lokálnych zaujímavostí (mentálna rotácia kocky, zmena pohľadu, najväčší sivý trojuholník, realitu scény rozširujúci virtuálny objekt) i globálne zaujímavý význam daného komunikátu, jeho téma.

Abstrakt

Cielom tohto textu je pre učiteľov, terajších i budúcich autorov AR aplikácií, navrhnúť objasnenia zaujímavých komunikačných situácií pomocou teórie i skúseností z virtuálneho kultúrneho dedičstva. Výklad ilustrujeme na vybraných témach geometrie a rozšírenej reality (AR). Diskutujeme o implikáciách pre tvorbu AR aplikácií na výučbu (nielen) matematiky. Rozlišujeme globálnu a lokálnu zaujímavosť, tému a jej prezentáciu. Rozširujeme štandardný referenčný model AR o úrovně porozumenia alebo nedorozumenia: multimediálne objekty, semiotické reprezentácie, vzorky (patterns), rétorické efekty, neurčitost'. Objasníme spôsob merania zaujímavosti pomocou engagement factor vo virtuálnych múzeách. Uvedieme príklady provokatívnych otázok i vyučovania geometrických algoritmov pomocou metafory a chybné metafory. Hoci na exemplifikáciu uprednostňujeme geometriu, autorské postupy vo verbálne opísaných morfológických tabuľkách možno uplatniť pre celú tematickú oblasť STEM. Napr. vo výklade každej témy aj bez AR možno ihneď identifikovať rétorické figúry, čiže finty na riadenie lokálnej zaujímavosti (otázka, metafora, analógia).

Kľúčové slová: Vyučovanie matematiky, rozšírená realita

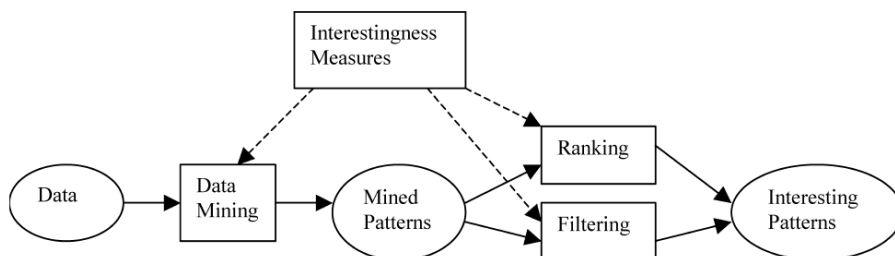
Abstract

For authors of educational AR solutions, we propose clarifying of interesting communication situations using theory and experience from the virtual cultural heritage. We illustrate the interpretation on selected topics of geometry and augmented reality (AR). We discuss the implications for creating AR applications for teaching (not only) mathematics. We distinguish between global and local interest, topic and its presentation. We extend the standard AR reference model with levels of understanding or misunderstanding: multimedia objects, semiotic representations, patterns, rhetorical effects, uncertainty. We explain how to measure the engagement factor in virtual museums and we offer examples of provocative questions and the teaching of geometric algorithms using metaphor and misleading metaphor, as well. Although we prefer geometry for exemplification, the author's procedures in the verbally described morphological tables can be applied to the whole thematic area of STEM. E.g. in the interpretation of each topic, even without AR, it is possible to immediately utilize rhetorical figures, ie tricks to manage local engagement (question, metaphor, analogy)..

Keywords: Mathematics education, augmented reality

2.1 Úvod: zaujímavosť zaujímavosti

Cieľom tohto textu je navrhnúť objasnenia zaujímavých komunikačných situácií pomocou teórie i skúseností z oblasti virtuálneho kultúrneho dedičstva. Výklad ilustrujeme na vybraných témach geometrie a rozšírenej reality (AR). Kritériom výberu šikovnej teórie bude pragmaticko-morfologické. Pragmatické vyjadruje vhodnosť na autorské použitie, vedúce k mentálnym operáciám a ich účinným postupnostiam, morfologické sa hodí na analýzu komunikátov, ich usporiadania (v slovami opísaných tabuľkách či zoznamoch) a efektivej štruktúry. Pokúsime sa stručne zhrnúť pojmy na rozpoznanie odlišných komunikačných situácií. Zaujímá nás zaujímavosť, ktorá sa však explicitne nedefinuje. Výslovne ju v článku *Interestingness Measures for Data Mining: A Survey* prevažne pravdepodobnostne definujú aj merajú v oblasti dolovania dát (data mining). „Meranie zaujímavosti objavených vzoriek (patterns) je aktívna a dôležitá oblasť výskumu dolovania dát... neexistuje všeobecná dohoda o formálnom vymedzení zaujímavosti a kontextu. Na základe rozmanitosti definícií, ktoré boli doteraz predložené, sa s ňou najlepšie zaobchádza ako so širokou koncepciou, ktorá zdôrazňuje stručnosť, pokrytie, spoľahlivosť, zvláštnosť, rozmanitosť, novosť, prekvapenie, užitočnosť a uskutočniteľnosť“ (Geng et al., 2006). Ak v prevzatom obrázku 2.2 o dolovaní dát nahradíme dáta slovami, zvukmi či obrázkami a vzorky nápadmi, možno postrehnúť úlohy miery zaujímavosti vo všetkých fázach autorskej práce, zber nápadov, ich ohodnotenie a filtráciu a napokon zaujímavý výstup.



Obr. 2.2: Predstavme si namiesto dát slová a namiesto vzoriek nápady a „merajme“ ich zaujímavosť v kontexte výkladu danej témy (Geng et al., 2006)

Prvým rozsiahlejším súborom popularizačných diel v česko-slovenskej jazykovej oblasti boli popri edícii na podporu Matematickej olympiády viaceré preklady diel od ruského vedca J. I. Perelmana, *Živá matematika*, *Zaujímavá geometria*, *Pútavá astronómia* a najnovšie *Zábavná fyzika* (Perelman, 2008) Autor zahynul od hladu v roku 1942 počas blokády vtedajšieho Leningradu a na jeho dielach vyrástli generácie ruských a ďalších

čitateľov. V jeho Pútavej astronómii možno nájsť aj najstarší (už v Egypte) používaný symbol pre Slnko a prenesene pre nedeľu (Sunday), ktorý by mohol slúžiť aj ako logo pre rozšírenú realitu: kruh z reálneho sveta a uprostred bodka pridaná zo sveta virtuálneho. Najnovšia séria jazykovo dostupných popularizácií matematiky pochádza od Iana Stewarta, spomedzi ktorých sa **Kabinet matematických kuriozít...** stal v Anglicku dokonca bestsellerom. Na s. 113 sa zaujímavosť objasňuje konkrétne, Veta: všechna čísla jsou zajímavá... „tím, že je nejmenším číslem s jistou vlastností, stává se speciálním číslem, a je tedy zajímavé“. Použitelnú definíciu zaujímavosti však nachádzame v bestselleri iného typu. Údajne ide o najvydávanjšiu matematickú knihu po Euklidových Základoch, vydal ju v roku 1945 G. Pólya a odvtedy podľa Wikipédie vychádza neprestajne.

„První pravidlo objevování je mít mozek a štěstí. Druhé... napnutě sedět a čekat, dokud vás nenapadne chytrá myšlenka“, s. 172 (Polya, 2016). „Když jsem jako mladík slyšel o geniálních objevech ve vědě, snažil jsem se je objevit sám, dokonce bez seznámení se s dílem původního autora. Při této činnosti jsem postupně pocítoval, že používám určitých pravidel“ (Descartes), s. 94 (Polya, 2016). „Nejlepší způsob, jak řešit dilema mezi příliš těžkými důkazy a úrovní kuchařské knihy, může být rozumné využití neúplných důkazů... dostačující k tomu, aby jí dodaly jistou zajímavost a věrohodnost – a zafixovaly ji v myslích žáků, což je to hlavní...“ (zámená ji, jí poukazujú na základnú vetu algebry, s. 221 (Polya, 2016)).

Vo viacgeneračnej tradícii vyučovania geometrie na Komenského matfyzе (v Bratislave) vyvoláva kontroverzie úloha doc. Valenta Zátka nájsť **asymptoty elipsy**, lebo je zaujímavá nečakaným spôsobom: nemá riešenie.

Povedané s Ivanom Vyskočilom, pojem zaujímavosti používame často tak, ako keby sme mu rozumeli... Otázky klasifikuje Ivan Vyskočil do dvoch z češtiny aj s ich pôvabom nepreložitelných kategórií: vítáčky a vytáčky, otázky vítané a nevítané. „vtipy mají zapojeny býti ve školách... (vtipy) jasné, místné, členité jako prsty u rukou...“ radí učiteľ národov Komenský ihneď na s. 7 **Orbis pictus** (Svet v obrazoch) (Komenský, 2001). Odhadujeme, že Komenský mohol mať na mysli nielen smiechovú, ale hneď tri objavné reakcie, tvorivé bisociácie, zjavené citoslovcami HAHA! AH! AHA! (Koestler, 1964).

Umné otázky na rozvoj matematickej tvorivosti zhrnul Pólya v roku 1945 v bestselleri **Jak to řešit** (Polya, 2016). Kultúrne dedičstvo umenia pýtať sa tvorivo dnes ovplyvňuje rozvoj rozšírenej reality. Pre autorov AR aplikácií vo výučbe geometrie i rozšírenej reality vzniká dvojotázka o zaujímavosti a možnosti ju merať. Čiastočné dvojodpovede ponúka teória digitálneho

kultúrneho dedičstva... (Cameron et al., 2010).

Dag Hrubý (Hrubý, 2017) víta Kowalského preklad Pólyu do češtiny. „V predmluvě Johna H. Conwaye se dočteme, že kniha položila pro matematické vzdělávání a svět řešení úloh demarkační linii mezi dvěma epochami. Epochou řešení matematických úloh před Pólyou a tou po něm.“... „Autor se věnuje nejen logické struktuře daných problému, ale zabývá se i mentálními kroky, které řešení daných problémů doprovází.“ Ak rozlišujeme štyri presnosti myslenia (mýtické (džavot/blabot/nonsens...), rýchle, pomalé a silné), tak Pólya nás vedie k silnému mysleniu, k remeslu tvorivosti, k umeniu klásť otázky, ba dokonca aj približne v akom poradí. „Velký objev rieši velký problém, ale **v riešení každého problému sa objaví zrnko objavu**. Váš problém môže byť skromnučký; no ak podpichne vašu zvedavosť a rozohrá vašu vynaliezavosť a ak ho vyriešite vlastnými nápadmi (vtipmi), môžete zažiť napätie i triumf objavu (endorfín). Práve takéto blaho skúsenosti vo vnímavom veku môžu podnieť chuť na tvorivú prácu a vpečať tú radosť v mysli i povahe na celý život.“

Učiteľ matematiky tak má prelomovú príležitosť. Ak premrhá vyhradený čas drilom svojich študentov v ríši rutinných operácií, zabije ich záujem, zbrzdí ich intelektuálny rozvoj a svoju šancu zneužije. Ak však vyzve do útoku zvedavosť svojich študentov, ak problémy prispôsobí ich vedomostiam a pomôže objaviť riešenia stimulujúcimi otázkami, môže im darovať chuť a prostriedky na slobodné, nezávislé myslenie (Polya, 2016).

V zmysle Pólyovho citátu „v riešení každého problému sa objaví zrnko objavu“ uvažujme globálnu zaujímavosť akéhokoľvek aktíva z nehmotného kultúrneho dedičstva: téma, ktorej venujeme čas, pamäť a komunikáciu, ktorá vyvoláva bisociácie (reakcie AH, AHA, HAHA, možno aj HM), vedie naše porozumenie podľa Paulosovho matematického modelu vtipu a rozvíja našu tvorivosť. To sa deje v širokom rozsahu od každodenných situácií riešenia problémov až po katalógy hviezd a súhvezdí, rozsahom najväčšiu okom viditeľnú položku kultúrneho dedičstva z hľadiska času, priestoru a komunikácie, študovanú i budovanú po mnohé generácie. Každý z desiatok miliónov patentov, každá matematická veta a každá téma učiva sú globálne zaujímavé po istý čas, čas prvotného objavu, čas neskoršej prezentácie, po okamih prepnutia na inú tému alebo zabudnutia. Pólya ostane pravdepodobne prvým autorom, ktorý sa podujal vysvetliť kreativitu v matematike systematicky. Ďalšie hviezdy v tejto konštelácii sú napr. Apolonius, Bolzano, Hadamard, Halmos, Kim, Raskar... Pólyov model riešenia problémov zaradili do zoznamu siedmich reprezentatívnych (Wallas, Dewey, Rossman, Bransford & Stein, Vaigiu, Osborne, Pólya) v relatívne nedávnom prieskume psychologických teórií

tvorivosti (Dacey et al., 2000). Lokálna zaujímavosť podporuje odpovedanie vyučujúcich na globálne zaujímavú otázku, udržanie pozornosti otázkami, zámlkami, ilustráciami, ozvučením, zakontextovaním, semiotikou, rétorikou... napr. Jim Blinn ich nazýva finty na získanie pozornosti (attention getting tricks) (Blinn, 1984). Matematika má však na rozdiel od iných oblastí poznania extra bonus: kompresiu. William Thurston, nositeľ Fieldsovej medaily, matematickej analógie Nobelovej ceny, sa kompresiou nadchýna: „Matematika je neuveriteľne stlačiteľná: môžeme zápasit dlho-predlho, krok za krokom, na zvládnutí toho istého procesu alebo myšlienky z viacerých prístupov. No keď to skutočne pochopíme a získame mentálnu perspektívu uvidieť celok, často vznikne ohromná duševná kompresia. Môžeme odložiť, vyvolať rýchlo a úplne, keď treba a použiť ako vstup do iného mentálneho procesu... kompresia je jednou zo skutočných radostí z matematiky“ (Thurston, 2005).

Ako vyriešiť problém „Ako môže učiteľ matematiky podnietiť zvedavosť svojich študentov?“? Vidíme tu dva otázniky. (V šachovej notácii dvojotáznik znamená slabý ťah.) Všeobecná odpoveď na túto vnorenú otázku by znela, že učiteľ by mal zámerne vytvárať učenie tvorivé, globálne i lokálne zaujímavé. O dva riadky vyššie dva príklady lokálnej zaujímavosti: vnorená otázka a párované ?? tvoria navyše vizuálny rým. Globálne zaujímavý algoritmus (ako súčet dvoch čísel) sa dá naučiť jednosmerným dogmatickým vysvetlením a ostane zapamätaný, pochopený, skomprimovaný, zabudnutý alebo zautomatizovaný. Jednosmerné vysvetlenie možno lokálne vylepšiť vložением otázok, analógií, metafor, slepých uličiek (ako povýše odbočka k šachovej notácii), aby sa zvýšila „používateľská skúsenosť“ (user experience, engagement, enchantement), očarujúcosť, podmanivosť, uchvátenie. Prinajlepšom študenti riešenie objavajú! **Aha!!!** Rozdiel v spôsobe zapamätania je ten, že prvý komunikačný proces sa deje len (opakovaním) v talame, zatiaľ čo druhý aktivuje viac častí mozgu a dosiahne vnútornú odmenu (endorfín). Učíme sa celkovo tromi cestami: jednorazovo bolesťou cez amygdalu, opakovaním cez thalamus a vlastným objavom s príjemným endorfínovým či dopamínovým pocitom. Štyri myslenia s tromi cestami učenia možno vizualizovať v 12-políčkovej morfolologickej tabuľke. Viac o štyroch mysleniach sa píše v česko-slovenskej literatúre v popularizačných prekladoch Dobelli: *Umenie jasného myslenia* (Dobelli, 2015), Kahneman: *Myslenie rýchle a pomalé* (Kahneman, 2019), Altšuller: *A čo na to vynálezce?* (Altšuller, 2008). Za silné myslenie označujú Altšullerov algoritmus systematického vynaliezania ARIZ v rámci teórie technickej tvorivosti TRIZ, ktorú ovplyvnil aj Pólya. Dobelli píše o chybách myslenia, vrátane tárania (twaddle tendency). O troch cestách učenia sa pojednáva v knihe *Vítejte ve svém mozku* (Wang et al., 2008). V praxi často prevláda učenie pomalého myslenia opakovaním, ideálom by

bolo objaviteľské učenie sa objavovaním.

Ako vyriešiť problém „Ako môže učiteľ matematiky podnietiť zvedavosť svojich študentov?“? Jedno riešenie ponúka Pólyov zoznam 38 odporúčaných otázok a ďalších pokynov (označíme, nakreslíme...) pri riešení každého problému. Každého. Pólya ponúka aj viaceré nematematické príklady... ako píše Conway „v jednej z najúspešnejších matematických kníh všetkých dob“. „Pri riešení úloh jsou doporučeny čtyři fáze postupu. Za první: musíme porozumět úloze, vědět, co se od nás žádá. Za druhé: musíme vidět, jak jsou různé prvky úlohy propojeny, jak je neznámá spojena s údaji. A abychom našli způsob řešení, musíme mít plán. Za třetí: realizujeme náš plán. Za čtvrté: podíváme se znovu na ukončené řešení a provedeme jeho kontrolu a rozbor. (Hrubý, 2017)“. Pólya ponúka 38 otázok a ďalšie pokyny na zúplnenie riešenia daného (globálne zaujímavého) problému, ale aj na udržanie pozornosti (lokálne zaujímavými) otázkami.

Masový úspech súborov diel Perelmana a Stewarta pomáha vysvetliť globálna zaujímavosť, téma, ide o stručne podané, vysoko inšpiratívne rozsiahle zbierky pestrých kuriozít. Lokálnu zaujímavosť zabezpečujú oi. stručnosť, anekdotická hustota textu a pestrosť.

Globálna a lokálna zaujímavosť, téma a finty, problém a kroky riešenia sa používajú na rozprávanie príbehov, hranie hier, individuálne alebo skupinovo, s počítačom alebo bez neho. Ak si tieto štyri množiny aktivít znázorníme Vennovým diagramom, vidno 16 alternatív. Glassner si všimol týchto 16 možností, obsahujúcich aj procesy skupinovej komunikácie príbehu Pytagorovej vety bez počítača v triede alebo individuálneho vnorenia do vzdelávacej hry vo virtuálnom múzeu.

Vyučovanie matematiky je špecifickým druhom rozprávania príbehov a/alebo hrania hier a každý príbeh/hru možno chápať ako fenomenologický dôkaz existencie daného príbehu/hry a často ako obranu či opakovanie danej pravdy. Pri výučbe musíme budovať pojmy a formovať krivku učenia podporujúcu pozornosť obrazmi, otázkami, analógiami, metaforami...

Naša pamäť pre viaceré inteligencie (Gardner, 2011) má dve zjavné oblasti: otázky a odpovede (Bonder, 2008). Môžeme učiť bez otázok, no možno študujúcich upútať tak, že sa pýtame a že sa pýtajú aj sami od seba. Najjednoduchší „vtip“, ako zvýšiť pozornosť, poznáme už tisícročia od Aristotelovej rétoriky: položiť otázku. Alebo neodpovedať presne, zakotviť pozornosť najprv analógiou alebo metaforou. „Nejlepší spôsob, jak řešit dilema mezi příliš těžkými důkazy a úrovní kuchařské knihy, může být rozumné využití neúplných důkazů... dostačující k tomu, aby jí dodaly jistou zajímavost a věrohodnost

– a zafixovali ji v myslích žáků, což je to hlavní... s. 221“ (ji, jí... Pólya o základnej vete algebrý, časť ktorej sa dokáže ľahko.

Vo virtuálnych múzeách sa v súčasnosti používa kombinácia dvojteórie hodnotenia (appraisal) a rétoriky na vysvetlenie angažovanosti (engagement), ktorej vrchol rétor dosahuje pomocou entymémé. Metafora vo výučbe matematiky je často nepresná odpoveď, ktorú treba upresniť, vzorové postupy „odmetaforizovania“ predstavuje dielo Explaining Algorithms Using Metaphors (Forisek et al., 2013).

V tomto texte sa pokúsime diskutovať aj o sporných otázkach, nesprávnych metaforách a autorskej práci v rozšírenej realite. Na to budúcich autorov prezentácií geometrie pomocou rozšírenej reality informatívne prevedieme referenčným modelom a možnosťami merania kvality, postupmi kladenia vítaných aj nevítaných otázok, využitím chybných metafor (misleading metaphors) a vybranými inšpiratívnymi projektami.

Hoci na exemplifikáciu uprednostňujeme geometriu, implikácie platia pre celú tematickú oblasť STEM. V matematike za základný metodologický výklad praktickej tvorivosti považujeme Pólyovu kreatológiu, v technológii Altshullovu teóriu TRIZ, obe akcentujú tvorivosť ako **remeslo, ktorého postupy sa dá naučiť** najmä pomocou kladenia otázok (a výstižnej vizualizácie).

Zaujímavosť matematického pojmu ovplyvňujú kontexty... „významy asociované s matematickým obsahom“ (Kilpatrick et al., 2005).

Význam je kľúčovým pojmom v Kapitole 1 (D. Kostrub): „Človek... vždy aktívne štruktúruje novú konkrétnu situáciu a prideluje jej **konkrétny význam**... Ak konanie nevedie k očakávanému efektu, človek analyzuje situáciu odlišným spôsobom (Harré et al., 2001). Preto sa výskumne zameriavame na interpretácie a diskurzívnu výstavbu mysle... minimálne na **štyri zaujímavé oblasti skúmania**“:

- A) Porozumenie druhým – Čomu iní pripisujú **význam/y** a prečo? Ako si iní vysvetľujú **významy** vecí, javov ap.?
- B) Porozumenie sebe samému – Čomu prikladám **význam/y** a prečo? Ako si ja vysvetľujem **významy** vecí, javov ap.?
- C) Porozumenie **významu** regulačných mechanizmov prostredníctvom konverzácie a pravidiel – Ako iní ovplyvňujú mňa a ako ja ovplyvňujem ich?
- D) Porozumenie procesom, ktoré sa vyskytujú na rozhraní sociálneho (oni/ony) a personálneho (ja).

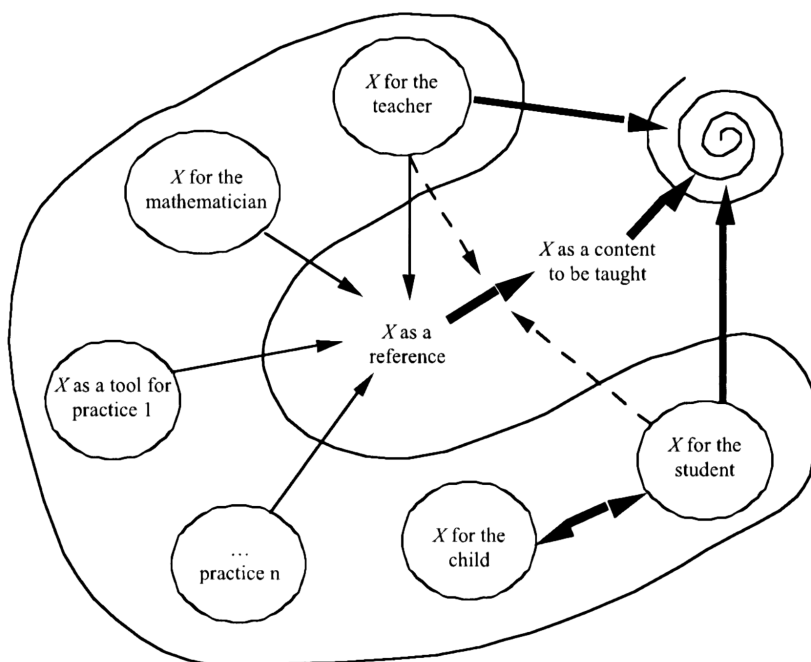
Zjednocujúcou myšlienkou v tejto štúdii je *rozpoznávanie a identifikovanie*

konverzačných realít... (Kostrub, Kapitola 1, s. 11, krátené a zvýraznené). Uvedenú metodologickú koncepciu Kapitoly 1 konkretizovali viaceré štúdie v diele *Augmented Reality in Educational Settings*. Dve štúdie s budúcimi učiteľmi matematiky na UK Bratislava a aplikáciou Augmented Polyhedrons Mirage 2.2 kvalitatívne vyhodnocujú na s. 236–263 autorky kapitoly *Augmented Reality and Future Mathematics Teachers*, kde možno nájsť aj návrh na 25 konkrétnych vizualizácií a aktivít s narastajúcou náročnosťou pre 10-14 ročných žiakov.

Poslednou globálne zaujímavou témou je Pytagorova veta. V tom istom diele na s. 147–167 v kapitole *Engaging Students in Covariational Reasoning within an Augmented Reality Environment* (Swidan, 2019) možno nájsť metodologickú alternatívu, akcentujúcu v matematickej výučbe efektívne mentálne operácie, multimodalitu, semiotiku a zapojenie či zaujatie (engagement), avšak bez inštrumentária z digitálneho kultúrneho dedičstva. Za globálne zaujímavú tému zvolili Galileov experiment s naklonenou rovinou. Procesy na rozhraní sociálneho a personálneho v oboch témach (Pytagorova veta, Galileov experiment) môžu lokálne ozdobiť napr. otázky, narážky, aktualizácie a ďalšie rétorické postupy, dokonca vhodné vtipy, ktoré môže učiteľ v rámci výkladu navodiť vyvolaním očakávania a jeho zrušením.

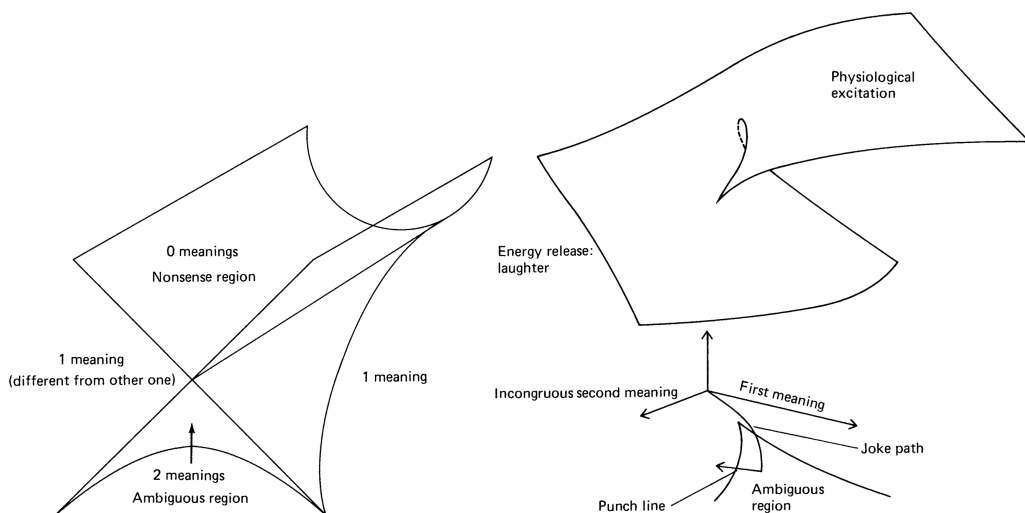
Konštrukciu významu X , ktorý sa má vyučovať, ilustruje výstižný obrázok 2.3 z kapitoly *Meaning of Meaning of Mathematics* (Kilpatrick et al., 2005). To isté X znamená súbor alternatív podľa hľadísk šesticte zúčastnených konštruujúcich, z ktorých mnohí ani nie sú prítomní, no vplyv ich „kultúrneho dedičstva“ áno.

Ak má byť obsah X t.j. multimedialny objekt, resp. komunikát vo výklade poznatku z geometrie alebo vo virtuálnom múzeu správne identifikovaný, stávajú sa jeho súčasťou metadáta, paradáta a identifikátory: počet hľadísk obsahu/významu X narastá (Kilpatrick et al., 2005). Autor (napr. učiteľ, autor daného výkladu) vytvára pôvodný obsah, strážca ho chráni (a možno aj vlastní), kurátor ho spravuje v kontexte danej zbierky alebo expozície, anotátor obsah zmysluplne pozmeňuje alebo rozširuje, integrátor obsah kombinuje novými spôsobmi alebo na iných úrovniach granularity, prispievateľ koriguje alebo vylepšuje, indexovač podporuje vyhľadávanie a poskytovateľ aplikácie obsah kopíruje do (aplikačne) závislej formy alebo ujednocuje používateľskú skúsenosť (UX, user experience). A môžu pribudnúť ďalšie úlohy nad rámec UX: gamifikátor, zabávač (Blythe et al., 2004; Blythe et al., 2018), rozprávač príbehov či sprítomňovač (autor aktivizujúcich multimedialnych objektov v rozšírenej realite).



Obr. 2.3: Obrázok prevzatý z *Meaning in Mathematics Education* (Kilpatrick et al., 2005). Na kontext vyučovaného popri učiteľovi a žiakovi vplyvajú aj detské a expertné porozumenie a praktické využitia daného obsahu, napr. pomocou Pytagorovej vety (a trojuholníka so stranami násobkov dĺžok 3, 4, 5) vedia šikovní murári zostrojiť pravý uhol („X as a tool for practice 1“)

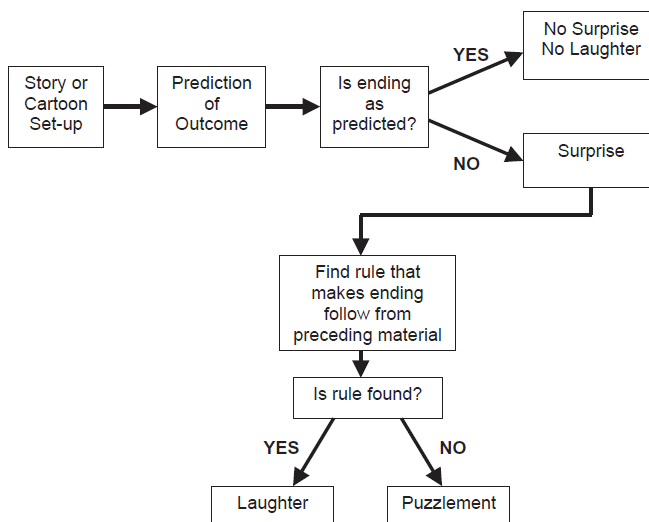
Psychológiu používania všedných vecí opísal Norman v diele *Design pro každý den* a ich počet druhov odhaduje (Biederman, 1987) na 30 tisíc. Nevšedné veci, patriace do svetového kultúrneho dedičstva, zas možno definovať pomocou 84 entít, ktoré môžu mať 141 vlastností, v dátovom modeli podľa medzinárodnej normy ISO (Crofts et al., 2008) pre virtuálne múzeá. Ak sčítame „jabĺčka s hruškami“, vyjde nám, že významy vnímame, učíme sa, komunikujeme, hodnotíme a pretvárame pomocou približne 30 084 druhov vecí všedných a nevšedných (i ďalších ľudí a mnohých prostredí).



Obr. 2.4: Vľavo Paulosova vizualizácia oblastí významu, dvojznačnosti a nezmyslu, vpravo znázornenie bisociovania z prvého do druhého významu pri vtipе a humore (Paulos, 2018)

Naviac, k významu môže pribudnúť afektívna hodnota, spájajúca ho s odmenou alebo trestom. Cieľom každého prezentovaného multimedialného objektu v rozšírenej realite je komunikovať význam pre adresáta. Ak daný význam daného komunikátu označíme X , u študujúceho môže nastať viac alternatív, z ktorých časť identifikuje J. A. Paulos na s. 97 v diele ***Mathematics and Humor***. Významy môžu byť totiž dva rôzne a (nahliadnutá, zjavná) dvojznačnosť i (nezjavný) nezmysel dopĺňajú morfologickú tabuľku, ktorú však treba zdvojiť, lebo aj nezmysel, aj jednotlivé významy aj dvojznačnosť mohli vzniknúť omylom, obrázok 2.4 vľavo teda implikuje možností osem na strane adresáta a menej na strane autora, ktorý spravidla neplánuje aj omyl.

Sulsovou schémou (obr. 2.5) možno štrukturovať aj uvedenie do omylu či kladenie otáznych otázok. Neskôr uvedieme dve prípadové štúdie s využitím chybných metafor a sporných otázok.



Obr. 2.5: Očakávanie s bisociáciou kombinuje upravená Sulsova schéma z knihy Rod A. Martin, *Psychology of Humor*. Treba si však predstaviť dve modifikácie, na vstupe nemusí byť iba situácia v príbehu, ale v multimediálnom virtuálnom múzeu s reálnymi i rozširujúcimi komunikátmi a na výstupe v políčku Laughter môže nastať horeuvedených šesť možností AH, AHA, HAHA a ich chybné vyhodnotenie. Výstup v políčku Puzzlement môže obsahovať dve možnosti: HM a jeho chybné vyhodnotenie. V políčku No Surprise No Laughter ide napr. o typickú asociáciu (Suls tu nepoužíva Koestlerov pojem bisociácia)

2.2 Integrácia technológie a výučby

Na opis integrácie technológie do výučby sa používa pojmový model SAMR (substitúcia, augmentácia, modifikácia a redefinícia) (Puentedura, 2006). Relatívne najcitovanejší metodologický článok o modeli SAMR **The SAMR Model as a Framework for Evaluating mLearning** (Romrell et al., 2014) citujú najnovšie (2019) autori štúdie **An English Learner Service-learning Project: Preparing Education Majors Using Technology and the SAMR Model** (Howlett, 2019) odkiaľ preberáme aj stručný komentár o 3 iných prístupoch: TPACK, TIM, RAT.

1. (Koehler et al., 2013) navrhli model TPACK: Existujú tri hlavné časti vedomostí učiteľov: obsah, pedagogika a technológie. Pre model sú rovnako dôležité interakcie medzi nimi a medzi nimi súbory vedomostí, reprezentované ako PCK (pedagogický obsah), TCK (technologické znalosti obsahu), TPK (technologické pedagogické znalosti) a TPACK (znalosť technológie, pedagogiky a obsahu).

2. Matica technologickej integrácie (TIM) pozostáva z 25 buniek: päť vzájomne závislých charakteristík zmysluplných učebných prostredí, tj. aktívnych, konštruktívnych, zameraných na cieľ, autentická a kolaboratívna, ako aj zodpovedajúca päťici úrovni technologickej integrácie: vstup, adopcia, adaptácia, infúzia a transformácia (Welsh et al., 2011).
3. Model RAT zvažuje integráciu technológie z hľadiska výmeny, amplifikácie a transformácie (Hughes et al., 2006). Autentická technologickej výučba učiteľa sa nenahradí technológiou. Namiesto toho by sa mali zamerať na navrhovanie technológie, ktorá sa prispôsobí študentovi a umožní prepracovanie a rozširovanie vzdelávacích aktivít a vytváranie nových učebných možností, ktoré neboli dostupné už skôr.

Autori (Romrell et al., 2014) sa s vedomím prístupov TPACK, TIM, RAT rozhodli použiť model SAMR, ktorý rozlišuje štyri úrovne využitia technológie pre vzdelávacie aktivity:

1. **Náhrada:** Technológia poskytuje náhradu (substitúciu) za iné vzdelávacie aktivity bez funkčných zmien.
2. **Rozšírenie:** Technológia poskytuje náhradu za iné vzdelávacie aktivity, ale s obohatením funkčnosti.
3. **Modifikácia:** Technológia umožňuje vzdelávacie aktivity prepracovať.
4. **Nové vymedzenie** (redefinícia): Táto technológia umožňuje vytváranie úloh, ktoré sa nemohli vykonať bez použitia technológie.

Štyri uvedené úrovne Puentadurovho modelu SAMR kombinujú (Romrell et al., 2014) s tromi typmi mLearning: personalized, situated, connected, spolu 12. Tým sa pre študujúceho alebo budúceho autora ponúka **morfologická tabuľka alternatív**, ktorými možno pragmaticky plánovať, implementovať a napokon analyzovať výsledný komunikát. Kľúčovým slovom je **funkčnosť** (functionality), na ktorej vyjadrenie treba informaticky stanoviť najmä cieľ, požiadavky, rozsah dát a metód, ich funkčnú špecifikáciu, informačnú architektúru, používateľské rozhranie a miery kvality, napr. použiteľnosť podľa Nielsena: ľahko sa učiť, dobre si pamätať, efektívne riešiť daný problém, spracovať chyby a pôsobiť esteticky plauzibilne (utešene, paradne, podmaňujúco, úchvatne...). Prvé štyri z Nielsenových kritérií sa merajú časom, krása anketou, kvantitatívne.

Autorskej práci sa doterajšie učebnice rozšírenej reality venujú okrajovo alebo nesystematicky. *„Nové digitálne technológie ponúkajú pedagógom, ktorí sa snažia rozvíjať lepšie vyučovacie postupy, veľa zaujímavých príležitostí. Ak sú však nové technológie, potenciál pre prospešné a účinné implementácie a aplikácie ešte nie je úplne uznaný. Účelom tejto knihy je poskytnúť učiteľom a výskumným pracovníkom širokú škálu nápadov od výskumných pracovníkov,*

ktorí pracujú na integrácii novej technológie *Augmented Reality* do vzdelávacích prostredí a procesov. Dúfame, že tu uvedený výskum a teória môžu podporiť učiteľov aj výskumných pracovníkov v budúcej práci s touto vzrušujúcou novou technológiou“ (Prodromou, 2019), ktorej zariadenia v slovenčine predstavuje (Bohdal, 2020). V zozname dôležitých pojmov v danej knihe z roku 2019 authoring explicitne chýba. Spomínajú ho však stručne (Bimber; Raskar, 2005) a o čosi podrobnejšie (Schmalstieg; Hollerer, 2016), napr. príbeh ako stavový automat.

Každý problém s pomocou technológie vo výpočtovej matematike riešime v rámci metodiky štyroch univerz. Z fyzikálneho sveta pomocou vhodných pojmov získame matematický model, ktorý počítačovo reprezentujeme a implementujeme. Vo vzdelávacích prostrediach prezentujeme napokon súbor multimediálnych objektov vo všeobecnej forme monológu alebo dialógu, na ktorý reagujú študujúci vnútorne i vonkajškovo podľa svojich učebných štýlov (VARK, vizuálny, audio, reading, kinesthetic). Informácie i vedomosti neprezentujeme iba vo virtuálnom svete, ale aj vo vonkajšom, pomocou vecí a prostredí, v rozšírenej realite. Monológu zodpovedá kauzálne/temporálne usporiadanie komunikátov vo výklade, vizualizácii či príbehu, dialógu zodpovedá hra.

V historickom prehľade, podporenom aj súpisom zbierok didaktických hier v česko-slovenskej jazykovej oblasti, preberá P. Vankúš (Vankúš, 2005) definíciu didaktickej hry (Brousseau, 1997). Od hry vo všeobecnosti sa odlišuje tým, že je 1. povinná pre všetky deti v triede, 2. poskytuje popri poteche aj dosiahnutie vzdelávacieho cieľa a 3. riadi ju externe učiteľ a pravidlá. Rozoberáme porušenie prvého predpokladu v prípadových štúdiách *Chybné metafory* a *Energia omylu*, v ktorých sa do hry nemusia zapojiť všetci, ale iba aktivizovaní študujúci. Zopakujme, že hra môže byť štyroch typov (Caillois, 2001): závrat (ilinx, vertigo), mimikry, agón a alea, v škálach obťažnosti od paidia po ludus, spolu osem krajných možností. Naše dve komunikačné hry (chybné metafory, energia omylu) s lokálnou a globálnou zaujímavosťou by sa dali nazvať *voliteľné didaktické hry* (optional didactic games). Ak sa nám podarí študujúcich aktivizovať, hráme s nimi hru (deje sa s nimi dialóg), neaktivizovaní sa stávajú publikom hrania sa danej hry (deje sa pre nich de facto monológ). Vzdelávacím cieľom býva naučenie alebo objavenie položky/pojmu/poznatku z nehmotného kultúrneho dedičstva, v našom prípade z matematiky, geometrie, rozšírenej reality.

V praxou inšpirovanej teórii digitálneho kultúrneho dedičstva *Theorizing Digital Cultural Heritage* (Cameron et al., 2010) ponúkajú autori kritické a teoretické hodnotenie využívania digitálnych médií inštitúciami kultúrneho

dedičstva a zvažujú, ako by sa digitálna technológia mohla použiť na transformáciu inštitucionálnych kultúr, metód a vzťahov s publikom. Skúmajú aj vzťah medzi materiálmi a digitálnymi objektmi v zbierkach... dôsledky digitálnej technológie na vytváranie znalostí prostredníctvom realistických, pohlcujúcich a interaktívnych techník. V kapitole 13 navrhujú nový (dvojitý) teoretický rámec, založený na teórii hodnotenia (appraisal theory) a klasickej rétoriky na formulovanie stratégie zameranej na publikum pri skúmaní optimálneho výkonu virtuálnych múzeí. Znalosť toho, ako rôzne publiká používajú a interpretujú obsah virtuálneho múzea, je pre autorov nevyhnutná na tvorbu a meranie efektívnosti vo virtuálnom priestore. Model poskytuje jedinečný spôsob hodnotenia diskurzu a presvedčivého používania jazyka na pochopenie správania sa publika, čím môže autor obohatiť svoje postupy vopred. Napr. vrcholným rétorickým účinkom entymeme, ktorý opísal už Aristoteles, sa vo virtuálnom múzeu označuje multimediálna komunikácia vynechaného logického alebo iného kroku, ktorý si doplní aktivizovaný návštevník, ktorého správanie možno merať kvantitatívne, kvalitatívne alebo štatisticky pomocou Sherwoodovej miery engagement factor ($\text{Visits/Visitors} \times \text{Duration}$), ktorá započíta čas návštev, počet návštevníkov a trvanie, čiže odhaduje zaujatost publika vo virtuálnom čase. Ani v novšom, užšie zameranom prehľade *Using Gamification in Education* (Inocencio, 2018) sa však v desiatkach štúdií nedosahuje zhoda, ako typy zaujatia (types of engagement) merať.

V kapitole 14 skúmajú aplikácie zamerané na používateľa, vzdelávanie zamerané na študentov a múzejné služby vedené návštevníkmi a ich význam pre učenie sa z múzeí online. Z hodnotenia týchto premenných autori tvrdia, že to, čo sa vynára, je paradigma zvýšenej personalizácie, lokalizácia a konštruktivizmus charakterizovaný väčším uvedomením si skúseností, preferencií a súvislostí vzdialeného študenta múzea a schopnosti reagovať na ne. Konštruktivizmus a konštrukcionizmus diskutujú aj v diele (Prodromou, 2019), no metodologickú didaktiku pre viaceré kapitoly v danej knihe rozpracovali (Kostrub et al., 2019).

Ludská komunikácia, ktorá kombinuje časti skutočného a virtuálneho sveta, organizuje obsah pomocou príbehov a hier (monológ, dialóg). **Virtuálne múzeum** možno definovať ako multimediálny semiotický systém, ktorý ponúka množinu mikropříbehov alebo ťahov podľa pravidiel daných hier na sprostredkovanie danej správy, hlavného príbehu, časti metapríbehu. Virtuálne múzeá prezentujú multimediálne zbierky na vizualizáciu, aktiváciu a dokonca aj hermeneutiku (prezentujú neviditeľné). Nedávna prognóza rozvoja autorskej efektívnosti je uvedená v (Papagiannakis, 2018) „Rozprávanie príbehov, sprítomňovanie (presence) a gamifikácia sú tri základné oblasti, ktoré je potrebné zohľadniť pri vývoji nových aplikácií zmiešanej reality pre kul-

túrne dedičstvo...“. Ku (starým médiám) hre a príbehu tu pribúda vnorenie (immersion, presence), pojem z virtuálnej a rozšírenej reality (nové médiá). Samotnú gamifikáciu (použitie herných prvkov v neherných kontextoch, resp. hernú vrstvu v nehermom systéme) možno interpretovať ako spôsobujúcu dvojitý výstup, hernú skúsenosť (napr. stav flow) a inštrumentálne výstupy, súvisiace napr. s vyučovanou látkou, resp. riešenou úlohou, ako zisk poznatku či vylepšenie učenia sa (Inocencio, 2018). Najnovší trend v danej oblasti, učíť hrou priamo kreatológiu, vyjadruje výzva „Let the gamiTRIZation go on!“ (Thurnes, 2020).

Pôvod moderného výkladu nachádzame u Komenského. J. A. Komenský-Comenius pre vzdelávací projekt **Orbis pictus** v roku 1658 objavil návrhový vzor multimediálnej prezentácie s poukazom na všetky 4 učebné štýly (VARK, visual, audio, read, kinesthetic), naviac vizualizácia s anotáciami v obrázkoch, ba dokonca aj CRM (conceptual reference model), súbor pojmov, ktoré má učiteľ dieťa naučiť o svete v rodnej reči a po latinsky. V predobraze stručnej, viackanálovej a štrukturovanej prezentácie (powerpoint, webstránka) pojmy autor zrefazil do mikropříbehov (use case). Knihu ako médium dnes obohacuje AR.

Ako kvalitu virtuálneho múzea merať? Kľúčovou ľudskou skúsenosťou s príbehmi a hrami je **hlĺbka vnorenia**, ktorá má päť úrovní: zvedavosť, súcit, identifikácia, empatia, prenos (transportation) (Glassner, 2009). Najsilnejšou formou vnorenia do hry je zážitok z prúdenia, FLOW, (Csikszentmihalyi, 2015), „pocit, že vonkajší svet vymizol“ (Glassner, 2009). Otázkou je, ako merať kvalitu vnorenia v rámci prežívania príbehu či hry. Všeobecná odpoveď spočíva v úrovni zaujímavosti. Meranie kvality sa dá získať najmä pomocou kvantitatívnych, kvalitatívnych a meraní troch údajov na výpočet engagement factor (Cameron et al., 2010). Čas zapojenia je pri tomto ponímaní teda úmerný úrovni zaujímavosti. Virtuálny čas ovplyvňujú dve minulosti (minulosť stanovená autorským usporiadaním komunikátov a minulosť v diskurze, daná tým, kde bol virtuálne príjemca komunikátu pred zmenou obrazovky) a subjektívnosť plynutia podľa hlĺbky vnorenia. Keby sme merali zaujímavosť iba súhrnným počtom hodín, tak najúspešnejším dištančným kurzom MOOC sa javí svetovo preslávený kurz na portáli Coursera s názvom **Learning How To Learn**, cez ktorý sa zúčastnilo 12 odporúčaných hodín takmer 3 milióny frekventantov (Sejnowski et al., 2011). Konkrétne didaktické opatrenia na dosiahnutie kvality pre vzdelávanie s AR navrhuje (Kostrub et al., 2019). Podľa SAMR (Puentedura, 2014) existujú už uvedené štyri technologické príspevky: substitúcia, augmentácia, modifikácia a redefinícia, ktoré možno analogizovať s klasickou Bloomovou taxonómiou vzdelávacích cieľov. Napríklad úroveň „redefinícia“ (počítačová technológia umožňuje nové úlohy,

ktoré boli predtým nemysliteľné) možno považovať za analógiu pre Bloomovu úroveň hodnotenia a/alebo vytvárania.

2.3 Augmented Reality, virtuálne múzeum a meranie kvality

2.3.1 Augmented reality vs. virtual reality

Virtuálna a Rozšírená realita sú si veľmi blízke a napriek jasnej definícii oboch týchto pojmov je pre laikov často ťažké ich rozlíšiť. Na kontinuu realita-virtualita (Milgram et al., 1995) vidíme, že AR je variácia zmiešanej reality, ktorá leží medzi reálnym a úplne virtuálnym prostredím. Azuma vo vysoko citovanej práci definuje AR ako systém spĺňajúci nasledovné charakteristiky (Azuma, 1997):

1. kombinuje reálne a virtuálne,
2. je interaktívny v reálnom čase,
3. je registrovaný v 3D.

Do VR systému by sme tiež mohli zahrnúť 2. a 3. bod tejto definície. Dôležitým aspektom VR je však tzv. vnorenie do virtuálneho priestoru, ktoré sa však pri AR deje automaticky. Pri AR používame termín absolútne vnorenie, keďže nič nemôže viac vtiahnuť človeka do reality, ako realita sama.

Napriek rozdielom, majú tieto dva smery spoločnú históriu, resp. prehistóriu. Napríklad Ultimate display (Sutherland, 1965) alebo head-mounted display (Sutherland, 1968) sú dôležitými míľnikmi v oboch smeroch. Pojem virtuálna realita sa používal už od 40tych rokov minulého storočia na označenie rôznych dejov, napr. divadelných predstavení. V 80-tych rokoch Jaron Lanier zafinoval pojem virtuálna realita tak ako ho poznáme dnes. Pojem rozšírená realita zaviedol Tom Caudell v roku 1990 (Caudell et al., 1992).

Head-mounted display (HMD) (Sutherland, 1968) je síce považovaný za prvý počín v histórii rozšírenej reality, ale keď sa pozrieme hlbšie do histórie, môže (s trochou predstavivosti) nájsť prvé pokusy o rozšírenú realitu v kúzelníckych vystúpeniach už na počiatku 20-teho storočia (napr. Pepper's ghost (Burns, 2010)). Tieto predstavenia kombinovali realitu a virtuálne objekty napr. duchov priamo na scéne. Podstatou efektu Pepper's ghost bol herec preoblečený za ducha, ktorého obraz sa odrážal od polopriesvitného zrkadla umiestneného v 45 stupňovom uhle pred javiskom. Aj keď v súčasnosti nám

rozšírená realita ponúka oveľa sofistikovanejšie riešenia, metóda Pepper's ghost je stále populárna.

Ako ďalší významný AR počin môžeme spomenúť Mark II Gyro Gunsight, používaný v 2. svetovej vojne v Britskom Royal Air Force (RAF). Toto zariadenie slúžilo na zameriavanie, pomocou projektovania malého krížiku, alebo krúžku do zorného poľa pilota. Pozícia tvaru potom indikovala zamierenie zbraní na cieľ. Táto projekcia fungovala na rovnakom princípe ako Pepper's ghost.

Po tejto krátkej exkurzii do prehistórie AR opíšeme významné míľniky v tejto oblasti.

2.3.2 Míľniky

1966 Ivan Sutherland prezentoval svoj koncept „*Ultimate display*“. Jeho koncept však bol oveľa sofistikovanejší ako AR a VR, ktoré poznáme dnes. Vo svojej práci (Sutherland, 1965) píše: „Ultimate display by samozrejme bola izba, v ktorej by počítač mohol kontrolovať existenciu hmoty. Na stoličku zobrazenú v tejto miestnosti by sa dalo bez problémov posadiť. Putá by boli zadržali ruky a guľka zobrazená v tejto miestnosti by mohla byť smrtiaca.“ Tento koncept je považovaný za prvý návrh AR interface. V roku 1968 Sutherland odprezentoval svoj fenomenálny head-mounted display (Sutherland, 1968).

1975 Myron Krueger experimentoval s počítačovo generovaným interaktívnym umením vo svojej inštalácii nazvanej *Video place* (Krueger et al., 1985). Diváci mohli pomocou gest interagovať so svojou siluetou vygenerovanou z videozáznamu.

1978 Profesor Steve Mann nosí HMD od roku 1987. V roku 2001 Peter Lynch o ňom natočil film *Cyberman*. Veľká časť filmu je tvorená zábermi zachytenými Mannovým HMD nazvaným EyeTap (Mann, 2004). EyeTap je displej v okuliaroch, ktorý zaznamenáva okolitý svet pomocou kamery, analyzuje záznam a zobrazuje súvisiace virtuálne informácie.

1990 Tom Caudell, výskumník, ktorý vytvoril AR systém pre pracovníkov vo fabrike Boeing (Caudell et al., 1992) ako prvý použil pojem „Augmented reality“.

1991 Weiser (Weiser, 1991) prezentuje koncept všadeprítomného počítača (ubiquitous computing). Cieľom bolo vytvoriť prirodzený interface na ko-

munikáciu človeka s počítačom. Vybudovať prostredie, kde budú počítače neviditeľné a zároveň všadeprítomné.

1993 Bol odprezentovaný The *CAVE*: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment.

1993 Steven Feiner, Blair MacIntyre et al. publikovali 2 kľúčové články pre oblasť AR. Prvý článok prezentuje systém KARMA (Feiner et al., 1993) (knowledge based AR for maintenance assistance) využívajúci optical see through head-mounted display, ktorý používateľovi vysvetľuje obsluhu laserovej tlačiarne. Druhý článok priniesol 2D informačné okná umiestnené v 3D priestore (Feiner et al., 1993), táto technika bola masívne využívaná v počiatočných AR aplikáciách pre smartphoney.

1997 Ronald T. Azuma publikoval prvú prehľadovú prácu o AR (Azuma, 1997). Vytvoril najrelevantnejšiu definíciu AR systému a identifikoval najväčšie problémy AR (registrácia virtuálneho a reálneho obsahu). Práca ponúka ucelený prehľad dovedy vytvorených AR aplikácií a publikovaných AR prác v oblastiach medicíny, výroby, vizualizácie, zábavy etc.

1999 H. Kato z Nara Institute of Science and Technology vytvoril *ARToolkit*. V roku 1999 Kato a Billinghamst publikovali prácu (Kato et al., 1999) o použití HMD a markerov pre konferenčný systém, založený na metóde rozpoznávania markerov vytvorenej Rekimotom (Rekimoto, 1996). ARToolkit je knižnica na sledovanie vizuálnych markerov a ich registráciu v obraze z kamery. S knižnicou ARToolkit bolo jednoduché vytvárať AR aplikácie, ktoré zobrazovali virtuálne 3D modely priradené rôznym 2D markerom.

2000 Hannes Kaufmann, Dieter Schmalstieg a Michael Wagner predstavili *Construct3D*, kolaboratívny nástroj na výučbu 3D geometrie založený na AR systéme „Studierstube“. Construct3D využíva HMD a interakčný panel, ktorý sa ovláda oboma rukami a zjednodušuje interakciu s 3D modelom. Nástroj bol určený na výučbu matematiky a geometrie nielen na úrovni základných škôl ale aj univerzity.

2000 Bruce Thomas vyvinul prvú outdoorovú hru AR s názvom ARQuake (Close et al., 2000). Bola to AR verzia počítačovej hry Quake. Rôzne verzie systému (2000–2002) používali „optical see through“ displej namontovaný na hlave, mobilný počítač uložený v batohu, haptickú pištoľ alebo malé zariadenie s tlačidlom, sledovanie pohybu hlavy, digitálny kompas, systém GPS a/alebo markery. Používateľovi to umožnilo chodiť v skutočnom svete a strieľať virtuálnych nepriateľov z hry Quake.

2005 Oliver Bimber a Ramesh Raskar publikovali prvú knihu o *Spatial*

Augmented Reality (Bimber; Raskar, 2005). Popisujú a kategorizujú AR systémy do 3 kategórií: „headmounted“ teda pripevnené na hlave, „hand-held“ teda zariadenia do ruky a priestorové. V ďalšej časti sa zameriavajú na priestorové systémy. Hlavný rozdiel medzi priestorovým AR a ostatnými kategóriami spočíva v tom, že v SAR je displej oddelený od používateľov systému a je teda vhodný pre väčšie skupiny používateľov. Systémy SAR sa zvyčajne skladajú z digitálnych projektorov, ktoré zobrazujú grafické informácie priamo na fyzických objektoch. V knihe autori popisujú techniku kalibrácie niekoľkých projektorov, ktoré kompenzujú nerovnosť a farbu povrchu. Od roku 2007 poskytli knihu na stiahnutie zadarmo a stiahli ju rádovo desaťtisíce záujemcov.

2007 Klein a Murray vo svojom článku (Klein et al., 2007) navrhli metódu pre sledovanie bez markerov pre aplikácie AR v malých priestoroch. Sledujú kalibrovanú kameru v predtým neznámej scéne bez známych objektov alebo inicializačného cieľa, kým vytvárajú mapu tohto prostredia.

2009 Hoci priestorové AR (a techniky projekčného mapovania) boli zavedené pred niekoľkými rokmi, najväčší rozmach v mapovaní mestských projekcií bol v rokoch 2009/2010. Ako najznámejšie príklady je potrebné uviesť projekciu mapovania počas 600. výročia Orloja na Staromestskom námestí v Prahe v roku 2010 (Gregor et al., 2010) alebo 2009 – Projekcie NuFormer 2011 v Holandsku (NuFormer, 2020).

2010 Keď spoločnosť Microsoft vydala Kinect, vstupné zariadenie na snímanie pohybu pre konzolu Xbox 360, očakávalo sa, že to bude „zrod novej generácie domácej zábavy“ (Takahashi, 2009), ale nie mílnik v histórii AR. Kinect senzor vyvinutý spoločnosťou PrimeSense sa stal skutočne lacným (150 \$) zdrojom informácií o hĺbke pre aplikácie AR. Samotný senzor sa skladá z rgb kamery, infračerveného projektoru, ktorý premieta obrazec bodiek, a senzora, ktorý sníma paralaxový posun bodového obrazca pre každý pixel. Kinect je držiteľom Guinnessovho rekordu, za to že je „najrýchlejšie predávaným spotrebným elektronickým zariadením“ (8 miliónov kusov za prvých 60 dní). Keď prví hackeri prenikli do zariadenia a našli spôsob, ako ovládať senzory, trvalo len 2 mesiace a na internete sa objavili stovky aplikácií AR pomocou senzora Kinect. Najlepšie príklady nájdete v 12 najlepších Kinect hackoch (Vsauce, 2010).

2011 Qualcomm predstavil Vuforia – vývojovú softvérovú platformu pre AR. Vuforia umožňuje použitie markerov v reálnom svete a vývoj natívnych aplikácií s podporou pre iOS, Android a Unity 3D (Vuforia, 2013).

2016 Pokemon GO, AR hra vyvinutá spoločnosťou Niantic pre zariadenia

so systémom iOS a Android, bola uvedená na trh v lete 2016. Hra sa stala veľmi populárnou a do konca roka 2016 bola stiahnutá na celom svete viac ako 500 miliónov krát.

2016 Headmounted displej Microsoft Hololens bol prvý AR headmounted displej uvedený na trh aj pre vývojárov.

2016 Dieter Schmalstieg a Tobias Höllerer publikovali druhú dôležitú AR knihu *Rozšírená realita: princípy a prax* (Schmalstieg; Hollerer, 2016). Podrobné prezentácie sú k dispozícii na bezplatné stiahnutie a korektné akademické použitie na stránke knihy (Schmalstieg, 2016).

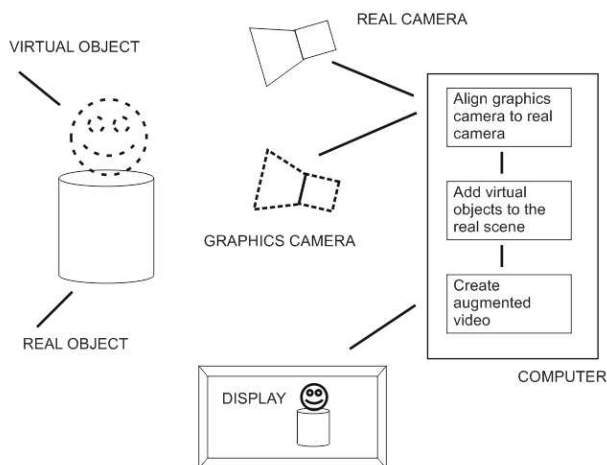
2.3.3 Systémy AR

V komunite AR sa diskutuje, či definícia vytvorená v 90. rokoch, ešte stále postačuje požiadavkám používateľov. Najmä v komerčnej sfére existuje veľa aplikácií, ktoré sú kategorizované ako AR aplikácie, ale nespĺňajú druhé, tretie alebo obidve pravidlá definované Azumom. Tieto aplikácie obvykle ležia v kontinuu reality – virtuality, ale nemôžu sa považovať za AR. Tento nedostatok v definícií komerčnej AR vedie k nesprávnej klasifikácii aj v niektorých vedeckých publikáciách. Napríklad v rozsiahlom prieskume (Olsson et al., 2011) sa autori rozhodli zaradiť 2 druhy aplikácií: Prehliadače AR, ktoré definovali ako: „... obvykle zahŕňajú zobrazenie bodov záujmu (POI), anotácie vytvorené používateľom alebo virtuálne objekty na základe GPS polohy zariadenia a orientácie zabudovaného magnetometra“ a AR aplikácie založené na rozpoznávaní obrazu, ktoré boli definované ako: „založené na prepojení okolitých objektov, výrobkov a iných fyzických cieľov s digitálnymi informáciami pomocou vizuálneho rozpoznávania. Ide o identifikáciu marke-rov, QR kódov, čiarových kódov alebo textúrovaných objektov...“ V našej práci striktné dodržiavame definíciu od Azumu a systémy, ktoré nespĺňajú tieto pravidlá, nazývame pseudo-AR.

AR systém sa môže skladať z mnohých rôznych prvkov, resp. subsystémov, v závislosti od typu aplikácie. Tieto prvky môžeme rozdeliť do štyroch kategórií: vstupy (senzory), výstupy (projektory, displeje), počítače a príslušenstvo. Pre každý systém AR je nevyhnutné mať aspoň jeden senzor na odhad polohy používateľa (kamera, prijímač GPS), jedno zariadenie na zobrazenie AR alebo pridanie virtuálnych objektov do zorného poľa používateľa (displej, projektor) a zariadenie schopné spracovávať údaje (počítač).

Na obrázku 2.6 vidíme schému (referenčný model) bežného AR systému vy-

baveného kamerou, počítačom a displejom. Ako prvý krok musíme odhadnúť polohu skutočnej kamery v priestore a musí sa vykonať zarovnanie (registrácia) skutočnej kamery s grafickou kamerou. Vizualne (alebo iné) markery, párovanie vzorov alebo párovanie lokálnych príznakov sa zvyčajne používajú na odhad rotácie a translácie kamery na objekt, ktorý sa má rozšíriť o virtuálnu informáciu. Virtuálne objekty sa potom zlúčia so skutočnou scénou a vytvorí sa a zobrazí sa rozšírená realita. Všetky rôzne komponenty, prvky, subsystemy, potrebné pre systém AR, môžu byť zabudované do jedného zariadenia, napríklad do smartfónu, tabletu alebo notebooku so vstavanou webkamerou. Mnoho alternatív opisujú autori v oboch učebniciach (Bimber; Raskar, 2005; Schmalstieg; Hollerer, 2016).



Obr. 2.6: Schéma (referenčný model) systému AR

Na obr. 2.6 vidno systém s kamerou, počítačom a obrazovkou. Vnímame súčasne reálny aj virtuálny svet. Základným princípom rozšírenej reality (AR) je naniesť digitálne informácie priamo na používateľovo zmyslové vnímanie (Feiner et al., 1993), namiesto náhrady syntetickým prostredím, ako to robia systémy VR. „AR má potenciál stať sa vedúcou metaforou používateľského rozhrania pre situované výpočty (ubiquitous computing)“ (Schmalstieg; Hollerer, 2016). Výskum vo VR a AR optimalizuje každodennú komunikačnú skúsenosť, filtrovanie informačného znečistenia, obohacovanie a šetrenie času ľudského života pre každého používateľa. Inými slovami, tento smer výskumu má zásadný civilizačný význam (ako kedysi jazyk, písmo, kníhtlač). Kým dnešná Virtuálna realita (VR) ponúka 3I (imagination, immersion, interaction): predstavivosť, vnorenie a interakciu, rozšírená realita (AR) „poskytuje

jednoduché a okamžité používateľské rozhranie pre elektronicky vylepšený fyzický svet“ (Schmalstieg; Hollerer, 2016). Ponúka sa tu lokálne zaujímavá poznámka, premostujúca tisícročia. Pôvodný symbol Slnka, podľa Perelmanovej Pútavej astronómie najstarší dodnes používaný symbol pre Slnko (kruh z reálneho sveta a uprostred bodka pridaná zo sveta virtuálneho) sa vyslovoval Ra, akoby v predstihu odzrkadľoval AR.

2.3.4 Dve klasifikácie AR

Systémy AR možno kategorizovať podľa rôznych faktorov vrátane oblasti použitia, možnosti spolupráce viacerých osôb alebo veľkosti celého systému. V nasledujúcej časti uvádzame dve rôzne klasifikačné schémy aplikácií AR. Prvú z nich predstavili Bimber a Raskar v knihe (Bimber; Raskar, 2005) a predstavuje kategorizáciu podľa typu zariadenia. Druhou schémou je naša vlastná klasifikácia založená na spôsobe rozšírenia virtuálneho a skutočného sveta. Vnorenie používateľa je kľúčovým aspektom systémov AR. Našu klasifikáciu inšpiroval Azuma (Azuma, 1997).

2.3.5 Zaradenie podľa typu zariadenia

Kategórie navrhované v (Bimber; Raskar, 2005) sú založené na spôsobe, akým je výstupné zariadenie spojené s používateľom. Ak používateľ nosí zariadenie na hlave, hovoríme o „headmounted“ zariadeniach. Systémy navrhnuté na prenášanie v ruke patria do kategórie „handheld“ a systémy umiestnené v priestore a nespojené s používateľom sú zahrnuté do priestorovej skupiny. Najnovší prehľad dostupných zariadení publikoval (Bohdal, 2019) a rozšíril ho v slovenčine (Bohdal, 2020).

Headmounted zariadenia

Kategória headmounted (HMD) zariadení zahŕňa 5 hlavných typov: Optical seethrough HMD, Video seethrough HMD, Headmounted projektory, Projekčné HMD a retinálne displeje. Pre viac informácií o HMD odporúčame (Cakmakci et al., 2006).

Optical seethrough HMD

V (Azuma, 1997) autor uvádza, že: „Optical seethrough HMD fungujú umiest-

nením optických kombinátorov pred oči používateľa. Tieto kombinátory sú čiastočne priepustné, takže používateľ môže priamo pozeráť cez ne, aby videl realitu. Kombinátory sú tiež čiastočne reflexné, takže používateľ vidí virtuálne obrazy odrazené od kombinátorov z monitorov namontovaných na hlave. Optické kombinátory obvykle znižujú množstvo svetla, ktoré vidí používateľ zo skutočného sveta. Spätné zrkadlá prepúšťajú iba časť svetla zo skutočného sveta, aby mohli odrážať časť svetla z monitorov do oči používateľa.“

Video seethrough HMD

Tento typ HMD bol definovaný v (Azuma, 1997) ako: „Videa s priehľadným videom fungujú kombináciou HMD s jednou alebo dvoma kamerami pripevnenými k hlave. Videokamery poskytujú používateľovi pohľad na skutočný svet. Kombinácia videa z týchto kamier s virtuálnymi objektami sa prenáša do monitorov pred očami používateľa.“

Headmounted projektory nasvecované obrázky nasmerujú na strop a pomocou premietaného stereoskopického obrazu pred používateľom integrujú dve polostrieborné zrkadlá. Head-mount projective display presmeruje obrázok vytvorený miniatúrnymi projektormi zrkadlovými kombinátormi, takže obrázky sa vysielať na spätné odrazové plochy pred očami používateľov. Retinal display využíva polovodičové lasery s nízkym výkonom na premietanie modulovaného svetla priamo na sietnicu ľudského oka. Hlavnou nevýhodou tejto techniky je, že poskytuje iba nestereoskopický monochromatický obrazec (Bimber; Raskar, 2005).

Handheld zariadenia

Ručné zariadenia sú v súčasnosti najobľúbenejšími platformami pre aplikácie AR. Tieto zariadenia zvyčajne obsahujú všetky potrebné senzory, počítač a displej (alebo projektor) v jednom prenosnom prístroji. Bežne známe vreckové zariadenia sú smartfóny, tablety, palmtopy alebo notebooky. Aj keď sa väčšina publikovaných článkov v oblasti mobilných AR zameriava na tieto konkrétne zariadenia, vynaložilo sa určité úsilie aj na vytvorenie špeciálnych vreckových zariadení, napríklad v aplikácii iLamps (Raskar et al., 2005) prezentované zväčšenie objektu pomocou ručného projektora využíva novú techniku pre adaptívnu projekciu na nerovinné povrchy pomocou konformného mapovania textúry.

Priestorové zariadenia

Priestorová kategória zahŕňa rôzne riešenia určené na upevnenie v prostredí (nie na nosenie v ruke ani na hlave). Príkladom priestorových riešení sú: PC stanica s webkamerou, CAVE (jaskynné automatické virtuálne prostredie) (Cruz–Neira et al., 1993), Projekčné mapovanie (Gregor et al., 2010) (NuFormer, 2020), Virtuálna vitrína (Bimber; Fröhlich et al., 2006).

Rybí tank je názov systému, ktorý pozostáva z počítačovej stanice vybavenej webkamerou a monitorom, ktoré sa zvyčajne používajú na prehliadanie AR doma. CAVE je pohlcujúci systém virtuálnej reality resp. vedecko-technickej vizualizácie, ktorý „leží medzi“ VR a AR. CAVE je kocka veľkosti miestnosti, kde sa tri až šesť stien používa ako projekčné plátno.

Virtuálna prehliadka, ktorú vyvinuli Bimber et al. (Bimber; Fröhlich et al., 2006) predstavuje projekčné zariadenie AR s viacnásobným prehliadačom, ktoré pozostáva z polopriehľadných strieborných zrkadiel a grafického displeja. V tomto zariadení môže používateľ vidieť skutočné objekty vo vnútri vitríny (prostredníctvom zrkadiel) zlúčené s virtuálnymi objektmi alebo vrstvami zobrazenými na projekčnej obrazovke pod vitrínou. Táto technika využíva už spomenutú koncepciu Pepperovho ducha, vyvinutého v roku 1862 (Burns, 2010).

2.3.6 Zaradenie podľa vnímania

V našej klasifikácii vychádzame z klasickej práce (Azuma, 1997) a systémy AR rozdeľujeme na základe spôsobu, akým rozšírenú skúsenosť vytvárajú. Prvá kategória zahŕňa aplikácie, ktoré vytvárajú AR pridaním virtuálnych informácií (3D modely, obrázky, text) do záznamu reality. Druhá kategória obsahuje systémy, ktoré vytvárajú AR zobrazením / premietaním virtuálnych informácií priamo pred naše oči. Zariadenia sme už charakterizovali v časti 3.4.1, v nasledujúcom ich preklasifikujeme.

Záznam reality zmiešaný s virtuálnymi informáciami (pridaný k záznamu)

Do tejto kategórie patria všetky druhy prístupov videnia cez video. Zariadenie na prezeranie videa v zásade pozostáva z kamery, ktorá zaznamenáva realitu, a displeja (alebo projektora s projekčnou obrazovkou), ktorý poskytuje

používateľovi realitu zmiešanú s virtuálnymi informáciami (rozšírený zážitok). Táto kategória obsahuje videozáznam cez displej namontovaný na hlave, väčšinu existujúcich vreckových zariadení (smartphony, tablety, palmtopy, netbooky) a riešenia typu Fish tank.

Realita zmiešaná s virtuálnymi informáciami (pridaná k realite)

Táto kategória zahŕňa všetky aplikácie, v ktorých sa virtuálne informácie premietajú priamo na objekty reálneho sveta alebo na optické priehľadné zariadenie. Typickými predstaviteľmi týchto prístupov sú aplikácie na mapovanie projekcií, napríklad projekcia na astronomické vežové hodiny Orloj umiestnené v centre Prahy (Gregor et al., 2010). Medzi ďalšie systémy, ktoré patria do tejto kategórie, patria optické priehľadné displeje, retinálne displeje, projektory namontované na hlave, projekčný displej namontovaný na hlave, CAVE (Cruz–Neira et al., 1993), virtuálna vitrína (Bimber; Fröhlich et al., 2006), a tiež niektoré príručné riešenia (napríklad iLamps (Raskar et al., 2005)).

Morfologická tabuľka 2.1, kombinujúca obe klasifikácie, ponúka pre systémy AR ďalšiu dvojrozmernú mentálnu mapu, ktorá môže byť užitočná pre štúdium aj tvorbu (Berger-Haladová et al., 2019). Možnosti konkrétnych zariadení pre autorov v slovenčine podrobne vysvetľuje (Bohdal, 2020). Originálny prístup s iným názorom na komunikáciu vyvinuli v spoločnosti Vis Gravis (Novotny et al., 2013). "We call this approach "augmented by reality". That means the computer is not used to augment our reality, but our reality (our hands, legs or real objects) are used to augment the interaction with the computer."

2.4 Virtuálne múzeum a VR

2.4.1 Vzorový príklad, stavebné bloky a úrovne odoziev

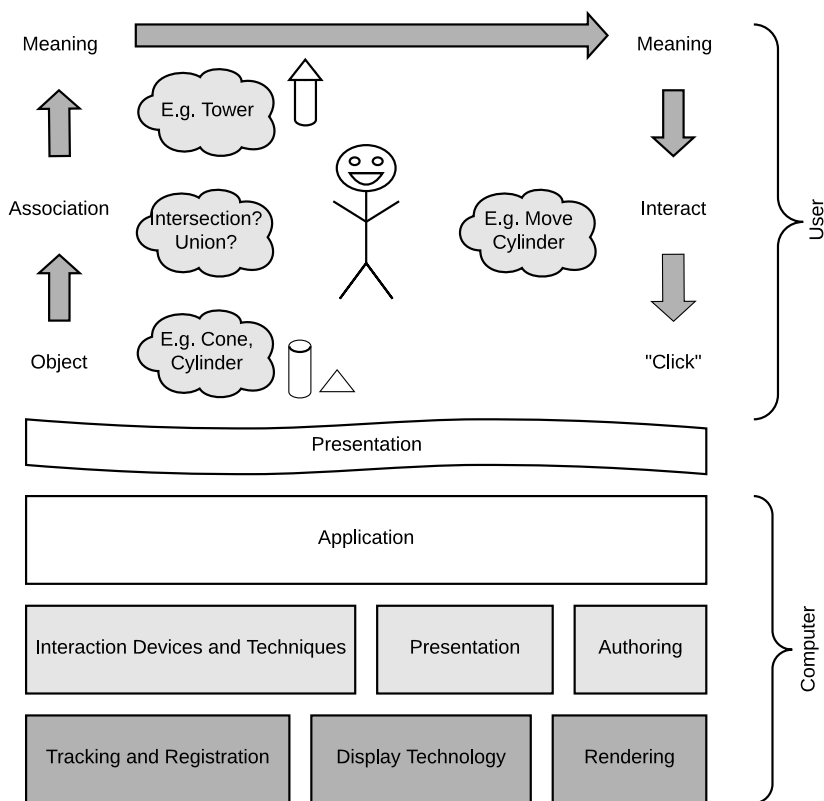
Rozšírená realita ako nové médium rozširuje funkčnosť populárneho nástroja na podporu vyučovania matematiky a geometrie GeoGebra (Tim, 2018), mílnik z leta 2018. V kontexte viacerých kapitol v najnovšej tematicky prí-

Tabuľka 2.1: Dvojitá klasifikácia systémov AR (Berger-Haladová et al., 2019)

	Pridané k záznamu	Pridané k realite
HMD	video see-through HMD Museum wearable (Sparacino, 2002)	optical see-through HMD Sutherlandov HMD (Sutherland, 1968)
handheld zariadenia	mobil/tablet AR napr. múzejný sprievodcovia (Bruns et al., 2007; Miyashita et al., 2008; Kusunoki et al., 2002; Bay et al., 2006; Foeckler et al., 2005)	optical see-through handheld handheld projekcie napr. iLamps (Raskar et al., 2005)
priestorové zariadenia	fish tank zrkadlové AR (Kalman, 1960)	Pepperov duch (Adrien et al., 2013) projekcie (NuFormer, 2020) holografické displeje (Bimber; Fröhlich et al., 2006)

buznej anglickej knihe (Prodromou, 2019), najmä (Babinská et al., 2019; Bohdal, 2019; Kostrub et al., 2019) skúmame myšlienky a zariadenia AR, slúžiace na podporu modernej didaktiky, predstavivosti, interakcie a vnorenia. V anglickom origináli sa občas používa výstižné označenie 3I (imagination, interaction, immersion). Z požiadavky interakcie vyplýva spracovanie v reálnom čase. Prípadný konflikt presnosti zobrazenia a rýchlosti odozvy sa odporúča riešiť v prospech rýchlosti. Radšej nepresná vizualizácia ako čakanie používateľa.

Rozšírenej realite historicky predchádzala virtuálna. Myron Krueger pomenoval novú technológiu ponajprv Umelá realita (Artificial Reality) už v polovici 70-tych rokov, no zaužíval sa pojem Jaron Laniera virtuálna realita. V roku 2016 Dieter Schmalstieg a Tobias Hollerer predpovedajú, že práve vnorenie sa stane dôležitou mierou kvality systémov AR.



Obr. 2.7: Stavebné bloky AR (Bimber; Raskar, 2005) a príklad úrovni odoziev, rozpoznané objekty, generované asociácie, určenie významu a prípadná interakcia. Horná časť obrázku schematizuje vytváranie významu šípkami nahor na ľavej strane a prípadne premenu významu, znázornenú dlhou šípkou doľava na interakciu znázornenú šípkami nadol. Hoci je používateľ vyznačený mimo týchto tokov dát, nad úrovňou prezentácie sa odohrávajú v jeho vnútornom svete a do vonkajšieho sveta sa vracia zadáním vstupného dátového záznamu, napr. kliknutím.

Uvedieme vzorový príklad aplikácie novej technológie na vyučovanie. Umeleckým cieľom Kruegerovho projektu Videoplace (1975) bolo vytvoriť nové umenie interakcie (Krueger et al., 1985). Premietali farebné siluety používateľov na stenu v reálnom čase, kde pôsobili a napriek 2D vizualizácii jednoduchého virtuálneho sveta dosiahli silné skúsenosti (user experience, UX, engagement) z pocitu „byť tam“ (being there). Dych vyrážajúci vzdelávací cieľ Videoplace nebol nikdy dosiahnutý. Myron Krueger sprítomnil fantastické 2D výtvyry pre skupiny detí. Od nich sa očakávalo, že budú pozorovať umelú realitu, pomenujú nemenované objekty, zorganizujú semináre, aby si naplánovali ďalší výskum, rozdelili pracovné zafarženie a prípadne objavili pre

dospelých nové metódy výskumu. Autor predpokladal, že existujú výskumné metódy, ktoré nespozorovali alebo zabudli „vedy dospelých“ a spoliehal sa na tvorivosť školou nepokazených detí... Vizuálni umelci museli vytvárať viditeľné objekty a ich správanie, aby sa diametrálne odlišovalo od všetkého známeho, aby mali deti čo objavovať. Kruegerovu umelecko-didaktickú víziu Videoplace považujeme za vzorový príklad globálnej zaujímavosti, aktivizácie detskej tvorivosti s veľkou myšlienkou kreatologickou.

Umelá realita zmiešaná, reálna i virtuálna podnecuje aj pozyva na imaginatívne, interaktívne a pohlcujúce objavovanie. Reálny problém matematicky modelujeme, informaticky reprezentujeme a konkrétne implementujeme. Obr. 2.7 ilustruje stavebné bloky: registráciu, obrazovku, vykresľovanie, autorskú, prezentačnú a interaktívnu vrstvu aplikácie, výstupy vníma používateľ. Po sprítomnení postupne pixle, objekty, ich semiotické a rétorické kontexty, až význam, ktorý ho môže aktivizovať na dialóg alebo ponechať vo vnímaní monológu. Na porozumenie pritom vplýva neurčitost' i hĺbka vnorenia (Glassner, 2004).

2.4.2 Formy komunikácie a multimediálne objekty

Virtuálny priestor umožňuje reálnu komunikáciu, v ktorej komunikujeme prostredníctvom rádovo desiatok semiotických systémov. Virtuálne múzeum sa definuje ako multimediálna kolekcia telematicky dostupných digitálnych dát i kognitívny priestor s nekonečnou kapacitou na rozširovanie, kombináciu, kompozíciu a rekompozíciu (Qvortrup, 2001). Alternatívne, virtuálne múzeum rozumieme ako multimediálny semiotický systém, ponúkajúci súbor mikropríbehov alebo herných ťahov na komunikáciu danej výpovede, hlavného príbehu, časti metapríbehu. Delíme ich na vizualizačné, aktivizačné a hermeneutické (sprítomňujúce neviditeľné). Súčasná, už spomenutá prognóza autorom zdôrazňuje (Papagiannakis, 2018) „*Storytelling, presence, and gamification are three basic fields that need to be taken into account when developing novel mixed reality applications for cultural heritage...*“, v preklade storytelling, vnorenie a gamifikácia (pridanie hravosti).

Maximálny okamžitý účinok vo virtuálnom múzeu sa označuje dávnym pojmom (Platón, Aristoteles) z rétoriky **entymeme** a v dlhšom intervale virtuálneho času v počítačovej hre procesuálnym pojmom **flow**. (Zriedka sa dá merať komický účinok, napr. Huron (Huron, 2004) klasifikoval rádovo stovky smiechov, aby našiel 9 typov hudobných vtipov.) Aristoteles v Rétorike hodnotí entymému ako najsilnejší z dôkazov. Autorsky upravíme sylogizmus

vynechaním premisy. Napr. trojica „*Všetci ľudia sú smrteľní. Sokrates je ľudská bytosť. Sokrates je smrteľný.*“ sa skrúti na dvojicu „*Všetci ľudia sú smrteľní. Sokrates je smrteľný.*“ Auditórium sa stane spoluautorom, lebo si chýbajúce doplní. Entyméma intuitívne zjednotí rečníka s obecnosťou, ktoré samo pomáha zostrojiť dôkaz, ktorým sa samo presvedčí. Tento efektívny postup sa mnohokrato využíva v reálnom i virtuálnom priestore. Meranie kvality (engagement factor) (Cameron et al., 2010) str. 276 sa počíta z počtu návštev Visits, počtu jedinečných návštevníkov Visitors a dĺžky návštev Duration danej časti virtuálneho múzea. Lyn Elliot Sherwood navrhla vzorec: **Visits/Visitors* Duration**. Na kvalitu vplýva obsah, architektúra i vizuálny dizajn. Danou mierou sa ohodnocujú jednotlivé časti Virtual Museum of Canada. Tento spôsob merania kvality pomocou času hodnotíme pre didaktickú prax ako vhodnú inováciu za hranicami kvantitatívnej i kvalitatívnej metódy.

Čiastočný uzáver by znel, že do rétoriky patriaci vrcholný verbálny argument entymémé poukazuje na užitočnosť rádovo desiatok iných rétorických figur, ktoré prispievajú k lokálnej zaujímavosti a dajú sa analogicky ako entymémé v mnohokrakých multimedialných realizáciách zaradiť do nášho autorského inštrumentária s využitím AR. Preskočíme oi. analógiu, parabolou, hyperbolu a pristavíme sa v dvoch prípadových štúdiách bližšie pri metafore a otázke, pri ich neštandardnom použití.

Kombinujúc častí reálneho a virtuálneho sveta narába ľudská komunikácia s príbehmi a hrami. **Príbeh** (story) je najstarší formát údajov na ukladanie **ľudskej skúsenosti a monológu**.

Najkratší príbeh má prázdne poslanstvo – „Kde bolo – tam koniec“. Pôvodne v ústnej tradícii rozprávané príbehy podporovali ľahké pamätanie. Najstarší typ príbehu, mýtus, vysvetľuje minulosť. Neskôr rozprávky opisovali v rozprávaní súčasný a minulý čas. Napokon, sci-fi môže využiť budúci čas. Štvrtý známy čas sa líši od obvyklých období rozprávania, **gnomický čas**, v ktorom „žijú“ matematické pravdy, napr. Pythagorovská veta. Za uvedených predpokladov platí pred každým uplynulým časom a bude to pravda aj po akejkoľvek budúcej dobe. Ontológia (dátový model), sujet, fabula a správa každého príbehu žijú v **chronotope** (čas a priestor). Andrew Glassner (2004) predstavil sľubnú koncepciu **prostredia príbehu** – chronotop pre viaceré verzie daného (interaktívneho) príbehu.

Hra je najstarší formát údajov pre ukladanie **pravidiel a dialóg**.

Najkratšia hra – hádzanie mince – vyjadruje dvojhodnotovú správu, „pravda alebo lož“. Prehrávanie konkrétnej **inštancie hry** daným hráčom (hráčmi)

môže byť uložené a zdieľané ako príbeh. Celkovo sa môžeme rozhodnúť pre 16 alternatív komunikácie (Glassner, 2004): príbeh/nepříbeh, hra/nehra, individuálne/spoločenské, počítač/nepočítač. Môžu slúžiť pre štyri **štýly učenia VARK**, vizuálne, zvukové, čitateľské a kinestetické. Ako autori virtuálnych svetov celkovo máme teda 64 (prekrývajúcich sa) možností.

Kľúčovou ľudskou skúsenosťou s príbehmi a hrami je **hĺbka vnorenia** podľa Glassnera, ktorá môže narastať od zvedavosti (keď identifikujeme iba zdroj informácie) po sebazabudnutie, being there, flow (Csikszentmihalyi, 2015). Otázkou bez všeobecne prijatej odpovede je, **ako merať kvalitu príbehu/hry/ponorenia**. Odpoveďou býva vo všeobecnosti zaujímavosť.

Descartes rozdeľuje naše skúsenosti do dvoch oblastí, vonkajšej a vnútornej: **res extenso** a **res cogitans**. Popper rozpoznáva tri svety: Svet 1, Svet 2, Svet 3 (fyzické objekty a procesy, mentálne procesy, objektívne vedomosti). Wittgenstein obklopuje naše svety jazykovými hranicami. **Pojmy**, o ktorých vieme, pochádzajú z patentov (viac ako 20 miliónov) (Savransky, 2000), dodáva nám ich aj pomenovaná príroda (ďalší zdroj patentovaných i budúcich riešení), ľudská tvorivosť a vedecké poznatky (napr. cez Web of Knowledge a/alebo Google Scholar). Zdrojmi špecializovaných **jazykov** sú medzinárodné alebo iné štandardy a učebnice. Existuje veľa učebníc virtuálnej reality a dve pozoruhodné učebnice o rozšírenej realite (Bimber; Raskar, 2005; Schmalstieg; Hollerer, 2016).

Qvortrup vysvetľuje systémy virtuálnej reality ako **semiotické systémy** (Qvortrup, 2001). Semiotické predpokladajú objekty na reprezentáciu a označovanie pojmov. Na komunikáciu správy teda musíme vytvoriť a vyslať vnímateľné **multimediálne objekty**. Ich vnímanie a spracovanie môže vyvolať pole asociácií a dokonca aj pole významov. Prázdny význam je najhorší prípad a ten najlepší sa nazýva entymeme v rétorike a virtuálnej múzeológii (Cameron et al., 2010). Virtuálna realita dosahuje tri funkcionality: predstavivosť, interakcia, ponorenie (3I). Rozšírená realita navyše musí byť registrovaná v reálnom svete, kombinovať virtuálne a skutočné objekty a bežať aj v reálnom čase. Tieto systémy môžu byť použité na vizualizáciu, aktivizáciu a hermeneutiku. Hermeneutika znamená virtuálne múzeum zdieľajúce neviditeľné (nezobrazené) položky. Predstavme si napríklad kuchyňu v domácnosti našich rodičov, plnú neviditeľných spomienok... Aktivácia označuje dialogickú používateľskú skúsenosť. Vizualizácia ponúka monologický zážitok, napr. môžeme len byť súčasťou publika. Virtuálne múzeá prezentujú veci, ľudí a prostredie v troch typoch prezentácie (vizualizácia, aktivizácia, hermeneutika), čo celkovo ponúka deväť možností (tretia tabuľka na podporu štúdia alebo návrhu v našom výklade).

Multimediálne objekty pozostávajú z údajov a metód. Vo všeobecnosti v 8-rozmernom priestore parametrov $(x, y, z, t, r, g, b, \alpha)$ pre grafické objekty, prezentované v danej scéne, minimalizujeme chyby geometrické, rádiometrické a kinematické modelovaním a/alebo meraním. Ďalšie parametre môžeme pridať napr. ozvučením alebo okomentovaním daného bodu vo virtuálnom priestore. Ak máme na obrázku valec a kužel, predstavujú **geometrický nosič multimediálneho objektu**. Všetky ďalšie parametre predstavujú atribúty tohto objektu, farbu, hudbu... Ak sa do nášho virtuálneho priestoru niekto vnorí, musí naša aplikácia minimalizovať aj chybu uveriteľnosti (believability). Súhrn multimediálnej scény a multimediálnych objektov reprezentujeme v súradnicových priestoroch a zapisujeme ich **deklaratívne** jazykoch na tvorbu virtuálnej reality (VRML, X3D, Collada...) alebo ich **procedurálne** programujeme, napr. v prostredí GeoGebra.

Norma PREMO rozlišuje dve implementácie: 1. objekt ako entita objektovo-orientovaného programovania (dáta v kontajneroch a metódy), 2. objekt ako zovšeobecnená kniha, multimediálna encyklopédia (text, hypertext, obrázky, zvuky, videá, interakcia). Deklaratívne možno audiovizuálny objekt zapísať v jazyku VRML, kde v 3D scéne do grafu scény vloží autor guľu, kváder, valec, kužel, text či mesh (6 typov stavebných prvkov) a zvukový záznam vo formáte MID alebo MP3. Viditeľné objekty sprevádza ich ozvučenie a všetko v scéne sa môže hýbať a možno s tým interagovať. Do geometrickej scény pribúdajú svetlá, kamera a dokonca avatar, reprezentujúci používateľa, a to všetko zapisujeme v jednoduchom jazyku pomocou textového editora. Funkčnosť VRML rozvíjajú ďalej formáty X3D či COLLADA a dva vedúce nástroje na tvorbu hier, Unity 3D a Unreal s predprogramovanou fyzikou. V češtine učebnicu klasického jazyka na opis virtuálnej reality na sieti sprístupňuje J. Žára (Žára, 1999), **Laskavý průvodce virtuálními světy**.

2.5 Tvorba multimediálneho titulu

Na tvorbu multimediálneho titulu existuje osvedčená všeobecná metodika **Produkcia multimediálneho titulu**, neskôr uvedieme jej konkretizáciu pre virtuálne múzeum. Produkciu multimediálneho titulu možno rozdeliť na prípravu, realizáciu, promóciu, distribúciu a v prípade úspechu druhé (a ďalšie) vydanie (remake). Typický multimediálny titul je DVD s encyklopédiou, napr. **Multimediálna historická Bratislava** na DVD (Borovsky, 2008). Najčastejším typom sú webstránky, napr. svetovému kultúrnemu dedičstvu, drotárskemu remeslu a umeniu venované prvé slovenské virtuálne múzeum,

Považské múzeum 3D online (Stanek et al., 2005), **Virtual Heart of Central Europe** (Ferko; Martinka, 2004). Vytváranie MM titulu sa v mnohom ponáša na filmovanie. MM titulmi sú vlastne aj divadelné predstavenie, film a v škole powerpointová prezentácia. Pri väčšom rozsahu býva tímová práca náročná na čas i peniaze. Preto je dôležitá **príprava**.

Pri príprave projektu si treba ujasniť, na akom trhu sa bude produkt predávať, na akej platforme sa bude vyvíjať a používať, ako zostaviť a čo najlepšie využiť rozpočet. Celkom na počiatku musí byť teda nápad, idea, podnikateľská vízia, sen, ale treba mať čím prv zhmotnenie v podobe názvu a loga. Kvalifikovaný odhad ekonomickej návratnosti sa líši podľa toho, či sa bude titul šíriť na trhu alebo v non-profit oblasti. Príkladom non-profit titulu môže byť dielo na podporu rozvoja detskej tvorivosti... (Existuje aj metodika, ako prísť na nápad. Kreatológia, náuka o ľudskej tvorivosti.) Zrelosť prípravy projektu sa dá kontrolovať v piatich aspektoch (STAMP) Space, Time, Idea, Money, People. V slove idea A odčítame z konca slova. R. Raskar poznamenáva, že ak jednu z týchto piatich súčastí projektu vyjasnenú nemáme, tak nemáme projekt.

Ekonomická kalkulácia v ziskovej oblasti musí čo najpresnejšie odhadnúť o. človekoroky, cenu autorských práv použitých diel, nájomné, materiál, prácu, náklady na prieskum trhu, reklamu, promóciu a distribúciu. Na druhej strane sa stanovuje cena a predpokladaný počet predaných výrobkov i čas návratnosti a očakávaná výška zisku. Už na získavanie sponzorov treba pripraviť **námet**, synopsis, treatment, rozšírený o vývojový diagram, umelecké ukážky, niektoré realizačné predstavy... Výsledným detailným plánovacím podkladom na realizáciu titulu je však **scenár**, pri tvorbe hier GDD, **Game Design Document**.

Pred začatím realizácie treba pripraviť aj harmonogram výroby, ktorý minimalizuje drahé prestoje, zosúladuje osobné rozvrhy členov tímu, právna príprava zabezpečí autorské práva, zmluvy o prenájme výrobných kapacít, pracovné zmluvy, ak treba, tak aj súhlas na povolenie vstupu do rezervácie apod. Ak sú členmi tímu mimoriadne drahí spolupracovníci (herecké, spevácke či športové hviezdy), oplatí sa zabezpečiť podporný tím (asistenti, mobilné telefóny, lekár, požiarnik, masér, catering (kvalitná strava priamo na mieste) apod. Úlohou podporného tímu je šetriť drahý čas.

Ak rozpočet nedovoľuje objednať alebo použiť drahý obrazový, zvukový alebo filmový materiál, treba nachystať alternatívne riešenie z tzv. voľných diel. Niektorí autori sa môžu na podporu dobrej myšlienky v non-profit oblasti vzdať honorára alebo ho znížiť. Typické príklady voľných diel sú príbehy

zo staršej literatúry alebo noty skladateľa, ktorý zomrel pred viac ako sto rokmi. Autorské práva však môžu aj v takomto prípade platiť pre konkrétnu nahrávku daného orchestra alebo prekladateľský výkon žijúceho prekladateľa alebo jeho dedičov. Takže na použitie nového prekladu románu Don Quijote treba mať zmluvu s prekladateľom, lebo aj umelecký preklad je autorský výkon. Pre akademický projekt typickým zdrojom financií bývajú granty a legálny obsah získaný napr. procedurálnym modelovaním alebo prevzatý z verejne dostupných zdrojov ako FOSS (Free and Open Source Software). Po skončení prípravy nasleduje **realizácia v interiéri a exteriéri**.

Jednotlivé médiá (grafika, video, zvuk, text...) sa sústreďujú u autora (autorov), ktorý používa zvyčajne program na autorskú prácu alebo tradičný programovací jazyk na zostavenie interaktívneho systému. Systém sa zároveň testuje a ladí. Počas produkcie musí prebiehať sústavná kontrola kvality všetkých použitých médií.

Ak je súčasťou výroby titulu aj snímanie dát, nakrúcanie videa alebo filmu, treba zabezpečiť namiesto autorských prostriedkov štáb, jeho audio a video podskupinu, prípadne skupinu ľudí, ktorí dbajú o PR (public relations, vzťahy s verejnosťou). Nakrúcanie sa má dokumentovať (skriptka, fotograf), denné práce sa majú priebežne a čo najprísnejšie kontrolovať, aby sa po návrate zo štúdií alebo z exteriérov nezistilo, že niekde je neodstrániteľná technická alebo významová chyba.

Potom nasleduje **postprocessing** – práca v strižni a nahrávacom alebo dabovacom štúdiu, kde sa prakticky nanovo vytvára celá zvuková stopa, robia sa nekamerové filmové triky, kombinuje sa video s animáciou, vyrábajú sa titulky apod.

V súčasnej kultúre obrazovky je publikum dobre trébované na filmový strih, spojenie dvoch dynamických obrazov. Základom rozprávania hry alebo videosekvencie je najčastejšie príbeh, tj. usporiadanie udalostí alebo záberov v čase. Sú tri hlavné naratívne stratégie: román (putovanie po ceste), dráma (konflikt v uzavretom priestore, napr. na námestí) a filmové rozprávanie, ktoré je kompromisom medzi horeuvedenými dvoma, typickým prostredím pre filmové rozprávanie je ulica. Okrem toho existujú aj interaktívne stratégie: hypertext alebo kinoautomat, kde publikum alebo používateľ volí jednotlivé vetvy príbehového rozprávania. Rozprávač je súhrnom nasledujúcich špecialistov: anonym, autor, dramaturg (story editor), režisér, výtvarník, skladateľ, návrhár kostýmov, herec, špecialista na efekty, gagman, špecialista na dialógy, návrhár charakterov (postáv, napr. film Policajt v Beverly Hills II a vyššie vytvárali iní autori pričom zachovali iba typ postavy, ktorú hral herec Eddie

Murphy). O dramaturgii a réžii divadla i filmu je literatúry dostatok.

Reklamná kampaň a promócia majú zaručiť, že uvedenie titulu na trh (promotion) by sa malo stať zreteľnou a dobre čitateľnou udalosťou. Niekedy sa robí vo forme krstu alebo tlačovej besedy (tlačovka, press conference). Rozumné je pripraviť pre médiá press release (tlačové vyhlásenie), krátky oznam cez tlačovú kanceláriu, billboardy, plagáty, pozvánky, súťaže... Príkladom úspešne zvládnutej promócie bola vedecká výstava **Virtuálny svet** (Ferko; Ftáčnik, 2012). **Distribúcia** a po čase v prípade úspechu **Druhé (a ďalšie) vydanie**. Vynikajúcim príkladom úspechu z „matfyzu“ sa stal projekt **Comenius Logo: tvorivá informatika** autorov Andrej Blaho a Ivan Kalaš (Blaho et al., 1998). Prostredie Comenius Logo vyšlo v mnohých jazykových mutáciách.

2.6 Virtuálna realita, jej 5 typov a 4 druhy realizmu

Význam pojmu *virtuálna realita* sa postupne menil, kým ho nezafixovali Myron Krueger a Jaron Lanier v dnešnom slova zmysle. V učebnici počítačovej grafiky (Salomon, 1999) autor vidí virtuálnu realitu ako tretiu etapu vývoja počítačovej grafiky. V prvej bolo cieľom vykresliť jeden obrázok hoci raketoplánu s hladkými, oblými a realisticky vyzerajúcimi povrchmi. V druhej sa vytvárali a zobrazovali celé animácie, ktorých každý frame bol jedným obrázkom. Vo virtuálnej realite môže používateľ s animáciou interagovať. Merať voči presnej realite možno v statickej scéne chyby geometrie a rádiometrie, v dynamickej scéne chyby (vnímania) pohybu a v interaktívnej scéne chyby interakcie, ale aj vnorenia.

Pri riešení problémov reálneho sveta sa zriedka vyhne neurčitosti (Haluska, 2003). Na empirickej úrovni sa každé meranie zaťažuje chybou prístrojov, na kognitívnej úrovni neurčitosť môže pochádzať aj z vágnosti a nejednoznačnosti použitého jazyka, na psychologickú úroveň na neurčitosť vplývajú individuálnosť vnímania, vzdelanie, skúsenosti... Napriek neurčitosti sa rozhodujeme a riešime problémy, aj pomocou počítačov. Tri druhy neurčitosti sú vágnosť (fuzziness), nešpecifickosť (nonspecificity), rozpornosť (strife). Posledné dve možno označiť ako mnohoznačnosť (ambiguity). Aj tam, kde neurčitosť nie je, obmedzuje naše aktivity naša pamäťová a mentálna kapacita, neinformovanosť, nedoinformovanosť, limitovanosť nášho času.

Za otca virtuálnej reality označujú Myrona Kruegera a takpovediac za matku

Jaron Lanier. Kruegerov systém VIDEOPLACE z konca 80. rokov nás sníma a projektuje našu siluetu do 2D grafického sveta, kde môžeme interagovať so syntetickým objektom alebo s iným v reálnom čase snímaným človekom, riadiť tvar či vzhľad grafických výstupných prvkov a skúmať hoci kus lietadla v syntetickej izbe. Technické riešenie pre VR a jej terajší názov fixoval Jaron Lanier v roku 1989. Jeho systém už mal prilbové displeje a kontaktnú rukavicu (Head Mounted Display HMD a Data Glove). Týmto hardverom sa začína aj komerčná explózia aplikácií VR, k najznámejším patria letové a kozmické simulátory, z menej známych najvýznamnejšou bude vari telerobotika. Samozrejme, „rodičia“ Krueger a Lanier „baby“ VR priviedli na svet, no ich výskum mal tiež svojich predchodcov. Jedným z myšlienkových praotcov bol autor sci-fi William Gibson, ktorého cyberpunkový román *Neuromancer* dnes bežne citujú seriózní vedeckí autori. V tom desivom príbehu s povinným happyendom totiž autor ako prvý použil slovo a pojem CYBERSPACE. Román údajne vznikol zo scenára po nafilmovaní poviedky *Johnny Mnemonic* a po úspechu tohto rovnomenného sci-fi akčného filmu. Zopakovala sa teda inšpirácia, ktorú už poznáme, nielen pri verneovkách. Pri prechádzke v Trenčianskych Tepliciach započul spisovateľ Karel Čapek, ako žena hrešiac muža na dvore použila aj slovo ROBOT. Dnes táto slovenská trenčianska nadávka po stvárnení v českom románe *R. U. R.* a nepreložení do angličtiny obohacuje technický svet o jeden zo základných pojmov, ktorý sa až dodatočne exaktne dodefinoval. *Johnny Mnemonic* sa vo filmovom príbehu z fiktívnej budúcnosti živí pašovaním dát vo vlastnej hlave, pričom sa neraz musí vnoriť do cyberpriestoru, aby tam, vznášajúc sa nad výživnými dátovými polami, pomocou pomalého čínskeho vírusu zaútočil na obranný val, skrývajúci tajomstvo záchrany jeho vlastného života. Významnými objaviteľmi či vizionármi prostredí a vlastností virtuálnych svetov sa stali oi. Pytagoras (ideálny svet geometrie), Dante (*Peklo*), Verne (technika pre 20. storočie), Borges (vetviaci sa čas), Abbott (*Flatland*, príbeh 2D sveta), Stephenson (virtuálna populácia, avatari).

Názov VR prevzal J. Lanier z článku klasika počítačovej grafiky Ivana Sutherlanda z roku 1965, kde autor predpovedá prilbový displej a ukazovacie zariadenia pripomínajúce dátové rukavice. Klasická česká učebnica (Žára, 1999) rozlišuje 5 typov VR, ktoré môžu podľa (Chalmers et al., 2008) dosahovať 4 kategórie úrovni realizmu (fyzikálne/nefyzikálne, uveriteľné/neuveriteľné), resp. 3 odrody (varieties) podľa (Ferwerda, 2003; Hagen, 1986), realizmus fyzikálny, fotorealistický a funkcionalistický.

1. **Pohlčujúca VR (Immersive VR)** máva helmu so stereoskopickými okuliarmi a slúchadlami a dátovú rukavicu alebo tzv. force feedback, simulátor odporu.
2. **Rozširujúca VR (Augmented VR)** kombinuje informácie zo skutočného sveta s prvkami VR. Napr. vojaci majú kameru na snímanie terénu, no do obrazu sa dopĺňajú symboly nepriateľských a spriateleneých objektov. Spoločnosť Boeing má pre svojich opravárov káblov okuliare, cez ktoré vidia skutočné káble aj značky na ich spájanie či rozpájanie.
3. **Premietaná VR (Projected VR)** premieta okolo človeka hoci krajinu Mesiaca v panoramatickom „kine“. Málo animácií a interakcie. Príkladom by mohla byť mnohoobrazovková inštalácia CAVE (jaskyňa).
4. **Distribovaná viac užívateľská VR (Multi-user distributed VR, MUDVR)** sa niekedy nazýva aj televirtualita. Napr. po reálnom svete distribuovaný lekársky tím spoločne a virtuálne v reálnom čase posudzuje počas operácie stav pacienta, pre takúto aplikáciu je vyvinutý aj prototyp dátového obleku, ktorý sníma čo najviac z tela pacienta.
5. **Jednoduchá VR (VR, Low-end VR)** má enormnú dôležitosť pre mobilnú komunikáciu. Používateľa v takom prípade nazývame priamo zákazníkom. Vari najväčšou výhodou tohto typu je minimálna cena.

Z hľadiska kódovania virtuálnych svetov základy nastavil textový formát na popis – **VRML (Virtual Reality Modeling Language)**, v ktorom máme k dispozícii **zvuk** i **avatare**, inteligentný trojrozmerný „kurzor“, nášho reprezentanta v syntetickom svete, špeciálny objekt, ktorého „očami“ môžeme vidieť, „ušami“ počuť a „rukami“ chytať, držať a hmatáť. Na vytvorenie virtuálneho sveta postačuje teda znalosť jazyka a textový editor. Na vnorenie si treba nainštalovať vhodný prehliadač. Napriek dlhodobému očakávaniu sa virtuálne 3D svety nestali priamo sieťovo dostupnými tak ako pseudo3D svety ako Street View, kde sa 3D modely nahrádzajú navigáciou vo svete 2D obrázkov.

2.7 Tvorba a príklad virtuálneho múzea

Prvými prapredchodcami virtuálnych múzeí sa stali výpovede cez tri médiá (McLuhanovo chronologické kritérium): 1. rozprávanie pri ohni (oral history, od nepamäti), 2. neskôr tlačené knihy (Johann Gutenberg v roku 1450) a 3. v roku 1989 vynašiel Tim Berners-Lee WWW a hypertext, modelujúci spolu s textom aj obsah, register a asociatívne vyhľadávanie pomocou (modrých) dvojznačných reťazcov, znamenajúcich lokálne text a globálne (po kliknutí) skok na iný text, lokálne dáta, globálne orientáciu a navigáciu. Túto

asociatívnu funkčnosť pomocou ukázania a kliknutia (point and click) sa potom podarilo rozšíriť aj na obrázky (image maps). Takému hypertextu už hovoríme hypermédiá. Kedy sa ale hypermediálna webstránka vo formáte HTML alebo XML stáva virtuálnym múzeom?

Do virtuálneho sveta čítaním knihy, načúvaním pri ohni alebo snorením po múzeu sa vnárame kvôli svojim trom hladom, hladu po podnetoch, hladu po štruktúre (času) a hladu po uznaní. Tieto tri základné hnacie sily (Berne, 2019) možno rozčleniť do šírky podľa Gardnera a do hĺbky podľa Bluma na 64 akoby šachových políčok, na osem typov inteligencie a osem didaktických cieľov. Uznatie rozlišuje Unamuno na sebauznatie a uznanie inými a odhady sebauznania inými a uznania iných. Neštrukturovaný čas podľa Berna väčšinu ľudí zneisťuje, no keď majú uspokojené nižšie potreby podľa Maslowa, venujú svoj čas uspokojovaniu troch vyšších hladov na pomyselných šachovnici, do ktorej štrukturujú čas svojho života, v ktorom sa podľa Maslowa (1962) strieda motivácia nedostatkom a motivácia rastová.

Autor virtuálnej prezentácie, sprítomnenia virtuálneho sveta, najčastejšie ponúka vo virtuálnom čase štyri možnosti rétorické: 1. vysvetlenie, 2. presvedčanie, 3. opis, 4. rozprávanie – alebo špeciálne možnosti umeleckej prózy, napr. dialog, rozprávač ako postava, či dokonca rozprávač, ktorým je červená farba (Orhan Pamuk: *Moje meno je červená*). Rozprávanie prechádza cez tri vstupné kanály – symbolický, vizuálny a audio a môže sa stať digitálnym, vetviacim sa a interaktívnym cez webstránky či Powerpointové prezentácie. Na vnímaní prezentácie sa podieľa pamäť odpovedí aj pamäť otázok, ktorých je sedem-osem typov: Kto? Čo? Kedy? Kolko? Kde? Prečo? Ako? (6 W), Y/N (rozhodovacia formulácia otázky, kde odpoveďou nie je ani neviem, ani enumeratívny typ (meno osoby alebo veci), ani číslo, ani poloha v rovine/priestore, ani sled polôh, ale iba áno/nie a škála istoty medzi nimi (skôr nie, možno, na 90 percent).

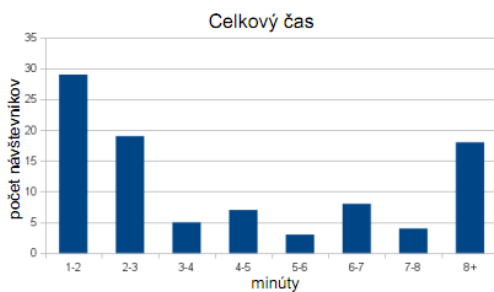
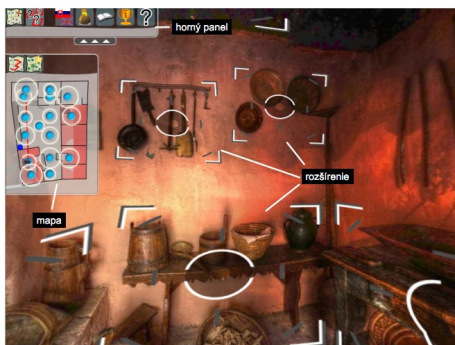
Pri tvorbe modelu múzea platí postup, ktorý sa dá použiť aj pre hry alebo virtuálnu archeológiu. Ide o kombináciu metód počítačovej grafiky a počítačového videnia a o virtuálnu interakciu, teda o dve relatívne nezávislé etapy:

- I. Tvorba virtuálneho prostredia,
- II. Návrh virtuálnej interakcie
(navigácia, kooperácia, interaktívne príbehy).

Rozpísať tieto dve etapy možno do siedmich krokov:

1. **Politika pamäti**, t.j. identifikácia miery zaujímavosti a rozhodnutie o tvorbe virtuálneho múzea ako virtualizácie svetovo unikátneho súboru dát
2. **Zber primárnych dát**
3. **Spracovanie dát, selekcia a vytvorenie sekundárnych dát na prezentáciu**
4. **Návrh a implementácia** hardverového a softverového riešenia
5. **Organizácia digitálneho obsahu** na prezentáciu, t.j. tvorba scenárov na základe predpokladov, dát a východísk v krokoch 3. a 4.
6. **Integrácia, verifikácia a testovanie** virtuálneho múzea
7. **Inštalácia, promócia, publikovanie, distribúcia** a medializácia, vyhodnotenie riešenia

Každý multimediálny objekt aj každá z prezentačných metód patrí pritom do architektúry multimediálneho systému. Konkretizáciu virtuálneho múzea uvedieme podľa (Andrej Ferko; Černeková et al., 2011).

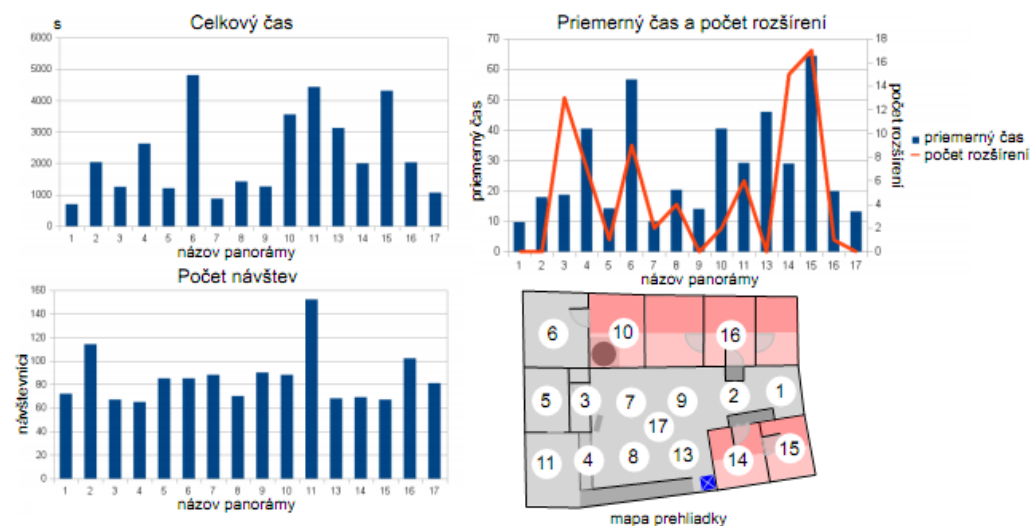


Obr. 2.8: Jeden z interiérov v projekte Virtuálne Brhlovce a celkový čas návštev

Cieľom systematického prieskumu (Hookham et al., 2019), bolo vyriešiť otázku „Čo je zapojenie (účasť, engagement), ako sa používa, definuje a meria v kontexte vzdelávacích hier?“. Cieľom bolo zozbierať, vyhodnotiť a analyzovať literatúru v rokoch 1970 až 2015 v rôznych odboroch, z identifikovaných 1390 dokumentov vybrali 107 článkov, vrátane (Andrej Ferko; Černeková et al., 2011), opisujúceho aj virtuálne múzeum Virtuálne Brhlovce s aktivizačnou hrou, ktorú navrhol hlavný autor, Rastislav Švarba. Možno si do virtuálneho turistického uzlíčka zbierať označené objekty ako spomienky, obr. 2.8. Technicky sa nazývajú rozsírzenia, lebo rozširujú funkčnosť kruhových panorám daných nasnímaných interiérov. V realite ide o výnimočnú pamiatku pri Leviciach, vybudovanú ako dve preslávené položky svetového kultúrneho

dedičstva, jordánska Petra a talianska Matera, tesianím do skál.

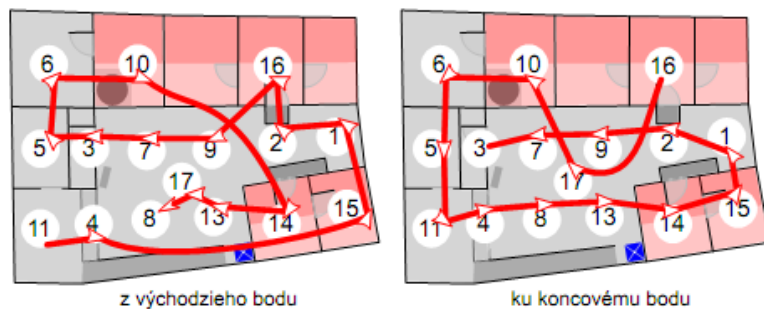
Alternatívy merania kvality ilustrujeme na obrázkoch 2.9 – 2.11, od bežných kvantitatívnych po preferenčné, získavané prostredníctvom online hry.



Obr. 2.9: Vyhodnotenie počtu a času návštev jednotlivých sférických panorám, očíslovaných v pôdoryse



Obr. 2.10: Dve víťazné „spomienky“, pohľad z „okna“ a záhadná slamienska



Obr. 2.11: Dve víťazné trajektórie virtuálnych návštev podľa zaujímavosti panorám

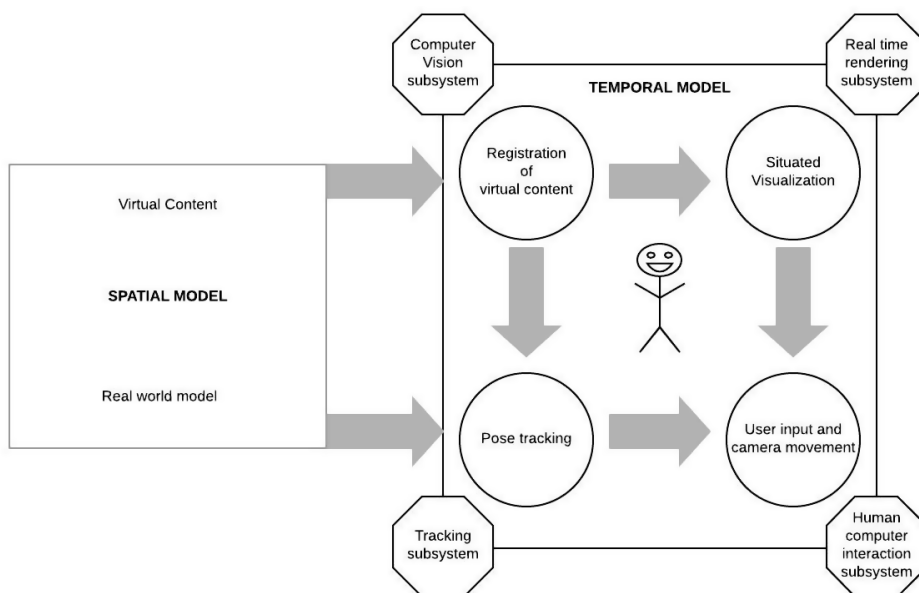
2.8 Klasický projekt Construct3D na Youtube v prehľade 90 sekúnd

Kým ďalekosiahlym vzdelávacím cieľom Videoplace bola vizionárska hypotéza o detskom objave pozabudnutej metodiky, reálne úspešný praktický projekt sa objavil o desaťročia neskôr, Construct3D (Kaufmann et al., 2000), najcitovanejší projekt v oblasti výučby matematiky pomocou VR. Čo je téma Construct3D?

„Priestorové schopnosti predstavujú dôležitú súčasť ľudskej inteligencie. Pojem priestorové schopnosti zahŕňa päť komponentov, priestorové vnímanie, priestorovú vizualizáciu, mentálne rotácie, priestorové vzťahy a priestorovú orientáciu... Všeobecne je hlavným cieľom výchovy k geometrii zlepšenie špeciálnych schopností prostredníctvom výcviku priestorových zručností. Ako ukazujú rôzne štúdie ... priestorové schopnosti sa dajú vylepšiť technológiou virtuálnej reality (VR).“ Pre každú danú úlohu je možné zviditeľniť geometrické riešenie pre učiteľa, ale nie pre študentov. Téma znamená v našom „pólyovskom“ poňatí globálnu zaujímavosť.

Construct3D ponúka vizualizáciu aj aktiváciu študentov. Dokumentuje to 90-sekundové video YouTube s názvom **Construct3D – Overview** (Kaufmann, 2009). Reálne a virtuálne priestory sú zlúčené, rozšírené o interaktívny PIP (panel pre osobné interakcie) a 3D geometrické objekty (kužeľ, valec, zemegule a anotované súradnicové osi). Používateľské skúsenosti slúžia na ponorenie spolupracujúcich študentov s cieľom zlepšiť ich predstavivosť, interakciu a priestorové zručnosti. Lokálne nápady na zvýšenie zaujímavosti, ako je spätná väzba v reálnom čase alebo označovanie hornej časti kužela červenou značkou, avšak záverečná časť videa ponúka novú úroveň lokálnej

zaujímavosti – dva pohľady z dvoch hľadísk na jednej obrazovke. Tento trik ničí ilúziu jediného pohľadu a presúva nás do iného virtuálneho priestoru, kde ich môžeme porovnávať. Porovnanie ponecháva oblasť asociácií premostenie cez dva kontexty, bisociáciu, a ak je človek dostatočne šťastný, vedie to k momentu AHA, AH alebo HAHA (Koestler, 1964). Tento možný efekt môže pre aktivovaného študenta priniesť trochu osobného objavu a dokonca viesť k vnímaniu neviditeľného, ktoré nie je priamo prezentované systémom AR.



Obr. 2.12: Dátové toky, priestorové a časové vzťahy počas vnorenia do Construct3D

Construct3D je implementovaný pomocou StudierStube. Dátové toky sú uvedené na obrázku 2.12, ktorý sme upravili podľa (Schmalstieg; Hollerer, 2016).

Aké sú vlastnosti geometrických objektov v tomto nastavení? Inšpirujú sa skutočným svetom, fyzickým vesmírom, musia sa však modelovať v matematike. To znamená, že sa skladajú z nekonečného počtu bodov. Toto číslo sa musí z dôvodu reprezentácie počítačov znížiť, zvyčajne pomocou tvarovaných trojuholníkov. V konečnej implementácii sú títo AR aktéri uložení s danou presnosťou. Štyri univerzá výpočtovej matematiky (svet, model, reprezentácia, implementácia) ponúkajú základ pre vizualizáciu (pixely, trojuholníky, objekty, ikonické a symbolické reprezentácie, metafory...). Niektoré časti virtuálnej a reálnej scény by však mali slúžiť na rozšírenie a interakciu. Takéto

akcie v reálnom čase vyžadujú starostlivé optimalizácie (Lacko, 2019), najmä pre mobilné aplikácie AR, kde je výpočtová sila obmedzená. Uvedený model komunikácie v priestore a čase možno vzťahovať na vybrané semestrálne projekty, nadväzujúce na koncepciu Construct3D.

Kódovanie geometrických primitív do QR kódu. Náš študent vytvoril nástroj na generovanie QR kódov, z ktorých sa dali priamo zrekonštruovať .obj súbory jednoduchých 3D objektov. Vytvoril aplikáciu pre mobilnú platformu Android pre zobrazovanie týchto objektov v rozšírenej realite.

Vizualizácia prehľadávania grafov. Študent vytvoril aplikáciu v rozšírenej realite, ktorá vizualizovala algoritmy prehľadávania stromov (do hĺbky, do šírky...) pomocou zvýrazňovania vrcholov na 3D modeloch stromov.

Počítanie pre najmenších. Vytvorená aplikácia pre platformu Android bola cieleňá pre deti predškolského veku, ktoré sa pomocou chytania a prenášania príslušného počtu 3D modelov kačičiek zoznamovali s číslami 1-10.

Virtuálna trieda. Aplikácia vo Virtuálnej realite vytvorená pre Oculus Rift zobrazovala 3D model virtuálnej triedy kde si mohol užívateľ zvoliť jeden zo vzorcov na tabuli (tieto boli reprezentáciami 3D modelov). Následne sa na katedre zobrazil 3D model prislúchajúceho objektu, ktorý si mohol používateľ prezrieť zo všetkých strán.

Geometrické tvary pre najmenších. Hra vo virtuálnej realite, ktorej cieľom je oboznámiť deti predškolského veku so základnými geometrickými tvarmi (kruh, štvorec, päťuholník...). Cieľom hry je katapultovať extrudované tvary do dier rovnakého tvaru v hracej doske.

Rozpoznávanie 3D objektov. Cieľom hry v rozšírenej realite bolo naučiť žiakov rozpoznávať a pomenovávať 3D objekty. Na vytlačený papier so 4 markermi sa postupne zobrazovali virtuálne 3D objekty v Android aplikácií a hráč mal vybrať objekt zodpovedajúci pomenovaniu na obrazovke.

Na Obr. 2.1 sme v anotácii komentovali globálnu a lokálnu zaujímavosť semestrálneho projektu **Solid Geometry for Schoolers** na FMFI UK v predmete **Virtuálna a rozšírená realita**, v dvoj pohľadovej prezentácii množinových operácií s guľovou plochou a kockou. Merania zaujímavosti sme pre študentské projekty ani pre detské projekty na vedeckej výstave Virtuálny svet neuskutočnili, no vo všeobecnosti máme oporu v projekte Construct3D i mnohých nadväzujúcich výskumoch, že nasadenie AR prináša merateľné vylepšenia výučby. V dvoch prípadových štúdiách nasledujú autorské zámery, využívajúce takpovediac vyššie úrovne riadenia zaujímavosti,

pomocou neurčitosti, resp. vedomej chyby na strane autora, vyučujúceho.

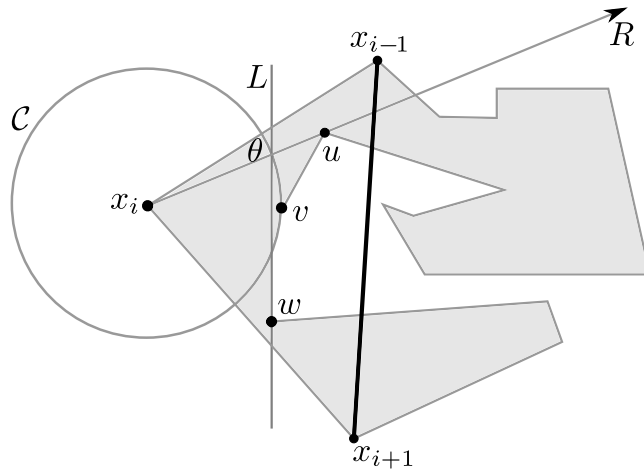
2.9 Dve prípadové štúdie

2.9.1 Chybné metafory

Pólya v roku 1940, keď písal prvú verziu svojho diela v nemčine, si už bol vedomý, že zostavil zoznam otázok, historicky prvý, a za každým návrhom otázky alebo pokynu treba vidieť „mentálne operácie bežne užívané pro řešení úloh“ s. 4 Kowalského prekladu, „seřazeny v pořadí, ve kterém se nejpravděpodobněji objevují“. V roku 2013 vyšlo pozoruhodné didaktické dielo zamerané nie na otázky, ale na iné mentálne operácie, na prirovnania, na metafory, *Explaining Algorithms Using Metaphors* (Forisek et al., 2013). Metafory sa technicky využívajú aspoň v ďalších troch oblastiach, metafory pamäti (Draaisma, 2003), metafory interakcie (Shneiderman et al., 2005), metafory vizualizácie. Porovnáme korektnú metaforizáciu s chybnými. Autori spomenutej knihy i článku *On the Role of Kinesthetic Thinking in Computational Geometry* v článku (Sellarès et al., 2003) uvažujú o **problém triangulácie jednoduchého mnohouholníka**. Na tomto probléme sme založili časť výkladu o globálnej a lokálnej zaujímavosti, ktorý odznel na rôznych fórach pre publikum od 11-ročných bratislavských gymnazistov po renomovaných matematikov (Andrej Ferko; Bátorová, 2016a; Andrej Ferko; Bátorová, 2016b). Metaforická fáza výkladu núka lokálne zaujímavú alternatívu k tomu, čo Pólya formuluje ako „dilema medzi príliš ťažkými dôkazmi a úrovni kuchařské knihy“, tvoriac metaforu sa približujeme k detskému jazyku za cenu znepresňujúcej vizualizácie.

Lakoff a Johnson definujú metaforu a analógiu. „(Konceptná) metafora je kognitívny proces, ktorý nastáva, keď sa subjekt snaží pochopiť jednu myšlienku (cieľovú doménu) z hľadiska inej, už známej myšlienky (zdrojovej domény). Predmet vytvára konceptné mapovanie medzi vlastnosťami zdroja a cieľa, čím získava nové porozumenie o cieľi.“ ... „Analógia je kognitívny proces, v ktorom subjekt prenáša informácie z jedného konkrétneho objektu na druhý. Slovo analógia môže byť tiež použité ako podstatné meno opisujúce podobnosť medzi dvoma konkrétnymi objektmi.“ Podľa ich definícií je každá metafora analógiou, ale nie naopak. Metaforu možno poškodiť. V rétorickej literatúre sa chybné spojenie dvoch metafor označuje ako katachréza, napr. „márne na nás žraloci imperializmu nadrapujú svoje pazúry“ (český Slovník literární teorie, Vlašín et al., p. 168, Praha 1984). Katachrézu na vyučovanie geometrie sme

doposiaľ nenašli. Existujú aj problémy (napr. Euclidean Minimum Matching), ktoré metaforizácii odolávajú.

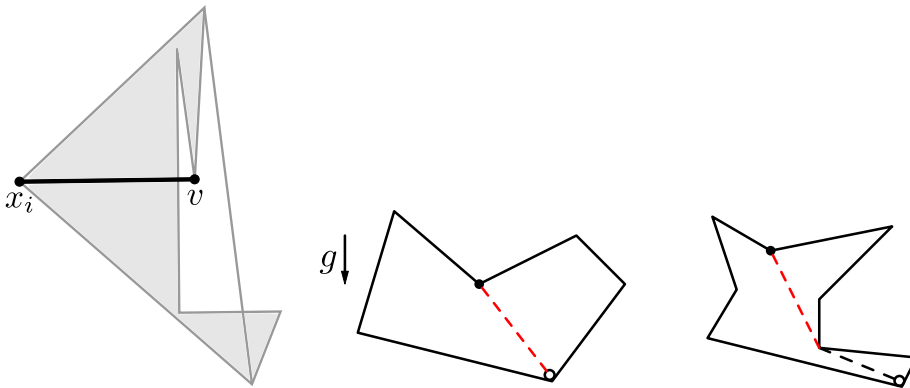


Obr. 2.13: Tri chybné metafory (T). Z najľavšieho vrchola jednoduchého mnohouholníka x_i hľadáme diagonálu do najbližšieho bodu u, v, w pomocou škálovania, posunutia a otočenia. Škálujeme kruh C , posúvame v smere x zametaciu priamku L a otáčame polpriamku R . Ak by trojuholník x_{i-1}, x_i, x_{i+1} neobsahoval ďalší hraničný bod, hľadanou diagonálou by bola strana x_{i-1}, x_{i+1}

Na Obr. 2.13 hľadáme z najľavejšieho bodu jednoduchého mnohouholníka spojnicu s iným bodom „naproti“. Tým rozdelíme problém na dva menšie podproblémy toho istého typu. Algoritmická stratégia je teda Divide & Conquer, rozdeľuj a panuj. Rozumným sa zdá, že hľadáme iný bod čo najbližšie podľa vzdialenosti, uhla alebo súradnice. Kinestetické myslenie (direct cognitive operations on tactile kinesthetic sense experiences), ako ho nazývajú a charakterizujú autori článku (Sellarès et al., 2003), navádza publikum na škálovanie, otočenie a posunutie (ktorému vo výpočtovej geometrii hovoríme zametanie, sweeping). Na tomto mieste sa darí aktivizovať deti, študujúcich či učiteľov v publiku, aby tri zjavné, ponúkajúce sa postupy objavili alebo spoluobjavili.

V uvedenej časti výkladu však metafora poškodzuje predstavu, spôsobuje kognitívnu disonanciu, epistemologickú prekážku. (Trojnásobným opakovaním využívame inú rétorickú figúru, opakovanie.) Výklad s chybnou metaforou a odhalenie chyby kontrapríkladom (Obr. 2.14a) vedie k spoločnej výhre so študujúcimi a adekvátnou metaforou, čiže správnym dôkazom. V texte (Sellarès et al., 2003) chybnú predstavu nazývajú kinesthetic thinking, nie metaforou a vzápätí opravujú. Chybnú metaforu uvádzajú aj (Forisek et al., 2013) a potom predstavia fyzikálne motivovaný postup. Spustia z konkrétneho

vrcholu na pomyselnjej gumičke olovenú guľku, ktorá spadne na vrchol alebo hranu „naproti“. Ak na hranu, tak sa ešte skotúľa do vrchola, pričom gumička môže zasiahnuť aj ďalší vrchol (Obr. 2.14b). V oboch prípadoch autori uvádzajú aj nápravu chybnjej trojice metafor a korektnú implementáciu fyzikálnej metafory.



Obr. 2.14: (a) Kontrapríklad, bod v nemusí byť platným koncovým bodom vnútornej diagonály. (b) Fyzikálna metafora s gravitáciou, gumičkou a guľkou zachováva diagonálu/diagonály „vnútri“ (Forisek et al., 2013)

Do omylu uvádzajúci obrázok vidno aj v známej knihe Preparata-Shamos Computational Geometry na s. 188, kde pri izotonickjej regresii si človek (aj (pod)vedený daným obrázkom) predstaví neklesajúcu spojitéu funkciu, hoci optimum sa dosiahne funkciou po častiach konštantnou, nespojitou. Pri vysvetlení, prečo sa kosínus hodí na empirický výpočet lokálneho osvetlenia bodu difúzneho povrchu lúčom s danou intenzitou, treba tiež po zdôvodnení vzorca upresniť, že zmysel dosiahneme, až keď lúč pokladáme za valec, čiže ho v predstave študujúciich z polpriamky „prinafúkne na valec“, lebo obrazový bod reprezentuje hodnotu jasového integrálu na kruhu resp. elipse. Tá epistemologická prekážka sa v prvej triede istý čas udržuje aj pri vysvetlení sčítania a násobenia ako operácií zväčšujúciich. Múdra chyba (Salamon, 1984), alebo podľa Šklovského knihy Energia omylu, nás však nebadane učí. Tri horeuvedené chybné postupy nám objasnili problém a aj tri algoritmické stratégie, inde nazývané metafory a u Descarta „určité pravidlá“.

Po odstupe od vyriešenia triangulácie jednoduchého polygónu sa hodí uviesť metakontext. Iterácia, rozdeľuj a panuj, odsekni a hľadaj, triedenie, geometrické miesto bodov či zametanie ponúkajú „kinestetické myslenie“ pre mnohé ďalšie riešenia geometrických problémov (Chalmovianský et al., 2011).

2.9.2 Energia omylu

Hlavnou myšlienkou a cieľom prístupu „Energia omylu“ je pristupovať k vzdelávaniu (vo všeobecnosti) ako k spôsobu myslenia a vyhodnocovania faktov a ich súvislostí, a nie ako k obmedzenému obdobiu života venovanému osvojovaniu vopred určenej množiny údajov a postupov a zvládnutiu predpísaných zručností, techník a metód. Vzdelávanie ako také vnímame ako spôsob pokračujúceho a neustáleho napredovania, rastu a zmeny myslenia; je pre nás neoddeliteľnou súčasťou svetonázoru a myšlienkového nastavenia, kde je zmena bezprostredná a nevyhnutná. Táto zmena prichádza napr. vo forme neznáma, problému alebo úlohy, ktorá je pred nami, nie je vnímaná ako hrozba, ale ako výzva a príležitosť prísť s tvorivými a inovatívnymi nápadmi a postupmi.

Takýto prístup k riešeniu problémov si vyžaduje odvahu a ochotu riskovať a možno aj – urobiť chybu. Veríme, že skutočná tvorivosť a inovácia buduje na a umožňuje vznik chyby ako fenoménu rastu, alebo presnejšie povedané, skutočná kreativita a inovácie sú často výsledkom úspešne zvládnutých a uchopených chýb a omylov.

Nasledujúca prípadová štúdia prebieha kontinuálne od akademického roka 2015/2016 v rámci predmetu Elementárna teória kvadratických útvarov na FMFI UK s časovou dotáciou 3h týždenne počas trinástich týždňov zimného semestra. Obsahom predmetu je elementárnu teória kvadratických foriem, najmä kuželosečiek v euklidovskej rovine a kvadrík v euklidovskom trojrozmernom priestore, do informačného listu predmetu 2-UMA-207 je možné nahliadnuť na webe FMFI UK. Predmet patrí medzi povinné predmety učiteľského štúdia matematiky v kombinácii s iným predmetom.

Skúška z predmetu pozostáva z písomnej a ústnej časti. Práve pri ústnom skúšaní sme najprv pokusne a potom nastalo zaviedli nasledujúci model vyhodnocovania vedomostí a pochopenia prebraného učiva.

2.9.3 Vybrané otázky a ich zamýšľaný cieľ

Nasledujúce otázky zoskupujeme podľa cieľa resp. typu, uvádzame iba typické príklady. Sú zvyčajne formulované ako úlohy o pravdivosti, čiže študent má najprv rozhodnúť a potom svoje rozhodnutie zdôvodniť. Usporiadavame ich podľa nami vnímanej náročnosti, zo skúsenosti nám veľmi dobre umožňujú rozvrstviť študentov podľa pochopenia a osvojenia prebraného učiva.

Typ 1: Otázky faktografické

Hlavným cieľom je zistiť, či sa študent vôbec pripravoval na skúšku. Otázky sú zamerané na faktografické osvojenie základných definícií. Namiesto zadania Definuje pojem však nechávame študenta rozhodnúť o pravdivosti jednoduchých tvrdení, ktoré môžu viesť k priamočiaremu sporu s definíciou. Pri neuspokojivom zodpovedaní takto položených otázok je jasné, že u študenta absentuje základné pojmoslovie, a teda klásť zložitejšie otázky nie je účelné a efektívne.

- Existuje regulárna kuželosečka, ktorej osi nie sú na seba kolmé. (spor s definíciou osi kuželosečky)
- Asymptota hyperboly je jej sečnicou. (spor s definíciou asymptoty)
- Existuje kuželosečka, ktorá je súčasne singulárna a regulárna (definícia singulárnej a regulárnej kuželosečky je vzájomne sa vylučujúca – regulárna kuželosečka je taká, ktorá nie je singulárna).

V tejto časti niekedy kladieme neštandardne formulované otázky, kedy sa priamo pýtame na definíciu, ale iným spôsobom, než bola uvedená na hodine, napr. na všeobecne platné tvrdenie sa pýtame existenčne:

- Existuje kuželosečka, ktorej os zvierá so smerom s ňou združeným uhol 90 stupňov.
- Existuje regulárna kuželosečka, ktorej osi nie sú na seba kolmé.

Na otázky je možné odpovedať aj kontrapríkladom, ktorý na vyvrátenie nepravdivého tvrdenia úplne stačí:

- Každá regulárna bodovo reálna kuželosečka má aspoň dva vrcholy (nie, napr. parabola)
- Kuželosečka hyperbolického typu je za každých okolností hyperbola (nie, tvrdenia platí, iba ak ide o regulárne kuželosečky, príkladom singulárnej kuželosečky hyperbolického typu je dvojica rôznobežíek).

Typ 2: Otázky na nutné a postačujúce podmienky, modálne otázky „smie/nesmie/musí/môže“.

U študenta sa vyžaduje hlbšie pochopenie súvislostí známych pojmov, kedy okrem memorovania tvrdení a viet zisťujeme, či študent získal cit pre význam a dôležitosť predpokladov a či sú mu jasné dôsledky tvrdení.

- Ak má kuželosečka asymptotický smer, má aj asymptotu (nie, definícia asymptoty vyžaduje nielen asymptotický smer, ale aj prázdny prienik s kuželosečkou).
- Ak je osou paraboly os x , tak vrchol paraboly vždy leží v začiatku súradnicovej sústavy.

- Imaginárna regulárna kuželosečka nemôže mať stred s reálnymi súradnicami (nie, príkladom je imaginárna elipsa).
- Kuželosečka parabolického typu je za každých okolností parabola (nie, pre singulárne kuželosečky môžeme uvažovať dvojicu totožných priamok).
- Ohnisko regulárnej kuželosečky môže byť jej vonkajším bodom (nie, rozborom možností pre elipsu, hyperbolu a parabolu uvidíme, že to nie je pravda).
- Singulárna kuželosečka môže/musí/nesmie obsahovať singulárny bod.

Typ 3: Neúplné otázky

Ide o otázky, kedy úmyselne zamlčíme nejakú časť predpokladu resp. konvencie, a potom sa pýtame na platnosť takto upraveného tvrdenia. Študenta to vedie k tomu, aby si uvedomil, že v ideálnom prípade sa matematické tvrdenia formulujú najstručnejšie, ako sa dá, čiže neobsahujú nadbytočné požiadavky a údaje, ale zároveň je nutné žiaden z predpokladov nevynechať, inak sa tvrdenie stane nepravdivým.

- Karteziánska súradnicová sústava v rovine je určená bodom a dvoma smermi, ktoré sú navzájom kolmé.
- Stred kuželosečky musí ležať na kuželosečke (tvrdenie je pravdivé iba pre singulárne kuželosečky).
- Nech priamka p_1 so smerovým vektorom s_1 je polárne združená so smerom s_2 . Potom priamka p_2 so smerovým vektorom s_2 je polárne združená so smerom s_1 . (ide zdanlivo o vetu o polárnej združenosti, ale chýba predpoklad, že združujeme vzhľadom na jednu kuželosečku).

Samotné dvojhodnotové rozhodnutie pravdivá/nepravdivá môže byť takto správne aj nesprávne zároveň. Keďže niektoré predpoklady, súvislosti, fakty sú zamlčané, v prípade, že si ich študent uvedomí, môže sa zmeniť jeho odpoveď. Tento typ otázok je veľmi užitočný pri nadaných študentoch, ktorým dáva priestor na uvažovanie a umožňuje im napr. uvidieť závažnosť a potrebu predpokladov vo vetách a tvrdeniach. Rovnako majú možnosť si uvedomiť vplyv a úlohu zmlčaných predpokladov, napr. informáciu o tom, či pracujeme v euklidovskom resp. rozšírenom euklidovskom priestore atď. Takto kladené otázky často vedú k podnetnej a užitočnej diskusii pre obe strany.

Typ 4: „Non-sense“ otázky

Niektoré z predchádzajúcich otázok sa dajú preformulovať do zdanlivo nezmyselných zadaní, ktoré overia, či študent má nadhľad nad problematikou:

- Uvedte príklad kuželosečky, ktorá je súčasne regulárna aj singulárna.

- Skonstruujte regulárnu kuželosečku, ktorej asymptota je dotyčnicou v niektorom jej vrchole.

2.9.4 Vyhodnotenie a závery

Jednou z výhod uvedeného spôsobu skúšania a celkovo prístupu k osvojovaniu vedomostí je, že umožňuje alebo priamo vyžaduje divergentné spôsoby rozmýšľania, ktoré sú potrebné pre rozvíjanie kreativity a problem-solving kompetencií. Bežne tiež pri riešení problémových úloh nemáme k dispozícii všetky údaje (zadanie je neúplné), resp. si nemusíme uvedomiť, že riešenie je známe (zadanie je preformulované resp. neintuitívne formulované). Taktiež podľa nás mení zaužívaný prístup k omylu a chybe ako k niečomu nežiadúcemu, čomu sa je za každú cenu potrebné vyhnúť a ukazuje, že ak úloha nie je za každú cenu deterministická a nevieme ju ihneď riešiť, tak to neznamena, že sa máme hneď vzdať. Ak používame iba známe postupy na riešenie známych úloh, iba ťažko prideme s niečím novým. Rovnako, neochota mýliť sa a robiť chyby vedie k uzavretiu sa voči novému a bráni inovácii a pokroku – veď predsa pokus o riešenie, ktorý nikam nevedie, je iba pokusom o riešenie, ktorý nikam nevedie, a nie hneď zlyhaním. Zásadnou vlastnosťou nových vecí predsa je, že sú nové, a teda nie je k nim návod, a už vôbec nie optimalizovaný, ani nie je k dispozícii presný postup práce. Je veľmi dôležité dať sám sebe aj druhým slobodu mýliť sa, aby sme popri všetkých omyloch mali šancu raz za čas urobiť niečo správne.

Na záver

Nevýhoda pandémie sa pre tvorivé tímy globálne stáva výhodou na rozvoj nových komunikačných postupov.

Prepojíme napokon dva citáty, z metodicky vzorovej diplomovky a globálneho dokumentu UNESCO. Cieľom práce (Švarba, 2011) je „zachovanie kultúrneho dedičstva v digitálnej forme a spôsobom sprístupňovania verejnosti. Opisuje postup použitý pri tvorbe projektu virtuálnej prehliadky expozície *Skalných obydľí v Brhlovciach* pod názvom *Virtuálne Brhlovce*. Táto virtuálna prehliadka je kombináciou appletu, ktorého základom je prehliadač panorám s možnosťou rozšírenia o ďalšie funkcie, serveru a dát na ňom uložených. **Projekt nie je viazaný na konkrétnu expozíciu**, čiže sa dá využiť pre potreby iných múzeí.“ Dodajme, aj na globálne zaujímavé témy geometrie, rozšírenej reality či celej oblasti STEM. Konvencia UNESCO z roku 2003 o ochrane nehmotného kultúrneho dedičstva ich zahŕňa: „*Nehmotné kultúrne dedičstvo*“ znamená *praktiky, reprezentácie, výrazy, vedomosti, zručnosti – ako aj s nimi spojené nástroje, predmety, artefakty a kultúrne priestory – ktoré spoločenstvá, skupiny a v niektorých prípadoch jednotlivci uznávajú ako súčasť ich kultúrneho dedičstva*.

Zaoberali sme sa kvalitatívnym výskumom i retrospektívou integrácie novej technológie do vzdelávacích nástrojov a prostredí z hľadiska autorských postupov. Na záver poukážeme na tri perspektívy, na Pólyovu metodiku tvorivosti najmä v matematike z 50. rokov, v 70. rokoch nadväzuje Altshuller metodikou tvorby patentových riešení (TRIZ), efektívne predpovedá vývoj technických systémov a formuluje algoritmus vynaliezania patentových riešení (ARIZ). Altshuller definuje problém inak ako Pólya tím, že sústreďuje pozornosť na rozpor (na dialektiku technického riešenia).

Podstatou zaujímavosti, globálnej aj lokálnej, by teda mohol byť rozpor a jeho tvorivé riešenie, či už vyučujúci navádza študujúcich na problém formulovaný matematicky alebo podľa TRIZ, či sa spočiatku riadime Pólyovými 38 inšpiratívnymi otázkami (princípmi) alebo Altshullerovými 40 otázkami (princípmi, (G., 2020)). Poznanie ústredného významu rozporu vedie k dialektickému mysleniu v priestore možných riešení daného problému geometrického alebo v oblasti STEM. „Najviac sa naučíme, keď musíme objasňovať“ (Piaget).

V Českej republike sa pripravuje „inovace technického vzdělávání na základních školách v České republice – nové kurikulum pro 21. století. Podstatou

nově koncipované vzdělávací oblasti "Člověk a technika" je rozvoj technické gramotnosti, technického myšlení a technické kreativity mladé generace v rámci všeobecného vzdělávání. Zaměřuje se nejen na rozvoj znalostí o technice, ale především na vytváření praktických dovedností, které díky okamžité aplikovatelnosti propojují školu s běžným životem. V nemalé míře přispívá k rozvoji myšlení žáků, ale vedle toho je vzdělávací obsah též podstatně orientován na široké a oborově různorodé spektrum praktických činností. Obsahově je oblast "Člověk a technika" koncipována jako pevná součást vzdělávacího rámce, kterým procházejí všichni žáci bez genderových rozdílů. Díky gramotnostnímu pojetí je spolu s dalšími gramotnostmi významným prvkem kurikulárního jádra základního všeobecného vzdělávání," (Dostal, 2019). Rozšíření o súčasný stav aj na Slovensku v angličtine predstavujú (Koreňová et al., 2019).

Metodika SAMR klasifikuje nasadenie AR do výučby v dvoch fázach, transformácia klasickej výučby a jej vylepšenie. Objaviteľské dielo, s ktorým prišiel Pólya, ovplyvnilo Alshullerovu teóriu TRIZ. Na budúcnosť vyučovania začína pôsobiť aj hnutie MOOC, najmä najpopulárnejší z online kurzov, **Learning How to Learn**, ktorý do výučby integruje najnovšie zistenia v oblasti Deep Learning (Sejnowski et al., 2011), asi poltresta milióna frekventantov. Prínosy tejto metodiky na štúdium matematiky opisuje spoluautorka Barbara Oakley v bestselleri **Mind for Numbers** (Oakley, 2014). Aj jej výklad smeruje k tvorivosti, no ani v 3. kapitole Learning is creating necituje Pólyu.

„Kognitívni psychológovia obvykle opisujú sedem rôznych heuristik kreativity, medzi ktoré patria: 1. zistenie problému; 2. získavanie znalostí; 3. zber informácií; 4. inkubácia; 5. divergentné myslenie; 6. kombinácia; a 7. konvergentné myslenie. Divergentné a konvergentné myslenie sú zvlášť dôležité pre hodnotenie tvorivej činnosti a tvorivosti. Tvorivé riešenie problémov by nebolo možné bez toho, aby sme najskôr identifikovali existujúci problémový priestor v konkrétnej doméne (t. j. nájdanie problému). Ak sa problém našiel, treba sa oboznámiť s možnými riešeniami. Tomu slúžia vedomosti o priestore riešení. Inkubácia poskytuje tvorcom čas na spracovanie týchto informácií, v čom vedci zvyčajne vyzdvihujú divergentné stratégie myslenia. Väčšine meraní kreativity však chýba rozhodujúci prínos konvergentného myslenia. Ako už bolo uvedené, kreativita nezávisí výlučne od identifikácie nápadov. Vskutku, kategorizácia viacerých nápadov a výber najvhodnejšej myšlienky z dlhého zoznamu (t. j. konvergentné myslenie) je potrebné na kreatívne riešenie problémov. Po hĺbkových rozhovoroch s významnými tvorcami vo svete internetu, Csikszentmihalyi (1996) určil, že jednou z najrozhodujúcejších osobnostných charakteristík tvorivosti je dialektické myslenie“ (Gruner et al., 2019).

V našom výklade sme sa opierali o dve konkretizácie dialektického mysle-

nia, ktoré sme nazývali aj silným, vedúcim ku kladeniu vhodných otázok. V dostupnej psychologickej literatúre sa pomerne zriedka spomínajú Pólya, Koestler či Alstshuller, no práve u nich sme našli výstižný pojmový model na opis zaujímavých komunikačných situácií, zaujímavých preto, lebo aktivizujú tvorivosť.

Cieľom bolo navrhnúť objasnenia zaujímavých komunikačných situácií pomocou teórie i skúseností z virtuálneho kultúrneho dedičstva, rozvinutejšej teórie s meraním zaujímavosti. Výklad sme ilustrovali na vybraných témach. Kritériom výberu šikovnej teórie bolo pragmaticko-morfologické. Prínajmenšom ponúkame terajším i budúcim autorom výber a komentovaný prehľad inšpiratívnych prameňov.

Knihu sprístupňujeme aj online na flurry.dg.fmph.uniba.sk/webog/SuboryOG/ferko/KnihaARaVyucovanie.pdf.

Literatúra

- ADRIEN, M.; CLAIRE, B., 2013. *eMotion with the Leap Motion - Pepper's Ghost technique* [online] [cit. 2020-11-27]. Dostupné z : <http://vimeo.com/71216887>.
- ALTŠULLER, Genrich Saulovič, 2008. *Co na to vynálezce*. Key publishing.
- AZUMA, Ronald T., 1997. A survey of Augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. Roč. 6, č. 4, s. 355–385.
- BABINSKÁ, Martina; DILLINGEROVÁ, Monika; KOREŇOVÁ, Lilla, 2019. Augmented reality in educational settings. In: ed. PRODOMOU, Theodosia. Brill, kap. AR application and future mathematics teachers, s. 236–263.
- BAY, Herbert; FASEL, Beat; VAN GOOL, Luc, 2006. Gool. Interactive museum guide: Fast and robust recognition of museum objects. In: *Proc. Int. Workshop on Mobile Vision*.
- BERGER-HALADOVÁ, Zuzana; FERKO, Andrej, 2019. Towards Augmented Reality Educational Authoring. *E-Learning and STEM Education*, s. 587–608.
- BERNE, Eric, 2019. *Ako sa ľudia hraju*. Aktuell.
- BIEDERMAN, Irving, 1987. Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychological review*. Roč. 94, č. 2, s. 115.
- BIMBER, Oliver; FRÖHLICH, Bernd; SCHMALSTIEG, Dieter; ENCARNACÃO, L Miguel, 2006. The virtual showcase. In: *SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Courses*. USA: ACM.
- BIMBER, Oliver; RASKAR, Ramesh, 2005. *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. A K Peters/CRC Press.
- BLAHO, Andrej; KALAŠ, Ivan, 1998. *Comenius Logo: tvorivá informatika*. CL Group.
- BLINN, Jim, 1984. *Trailer 1: Siggraph 1988 – Project MATHEMATICS!* [Online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <https://www.youtube.com/watch?v=PslowEd4-68>.
- BLYTHE, Mark; MONK, Andrew, 2018. *Funology 2: from usability to enjoyment*. Springer.
- BLYTHE, Mark; MONK, Andrew, 2004. *Funology, From Usability to Enjoyment*. Springer.
- BOHDAL, Robert, 2019. Augmented reality in educational settings. In: ed. PRODRUMOU, Theodosia. Brill, kap. Hardware for Augmented & Mixed Reality. History, overview, basic principles & used technology, s. 410–414.
- BOHDAL, Robert, 2020. *Zariadenia pre rozšírenú a virtuálnu realitu*. Knížničné a edičné centrum FMFI UK Bratislava.
- BONDER, Rabi Nilton, 2008. *Jidiše kop*. Knížní klub.
- BOROVSKY, Peter et al., 2008. 3D Multimedia Historic Bratislava. *RealCORP*, s. 525–530.
- BROUSSEAU, Guy, 1997. *Theory of didactical situations in mathematics (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield: Eds. and Trans.)* Dordrecht: Kluwer.
- BRUNS, Erich; BROMBACH, Benjamin; ZEIDLER, Thomas; BIMBER, Oliver, 2007. Enabling Mobile Phones To Support Large-Scale Museum Guidance. *Multimedia, IEEE*. Roč. 14, č. 2, s. 16–25.
- BURNS, Paul, 2010. *The History of The Discovery of Cinematography 1860–1869* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <http://www.precinemahistory.net/1860.htm>.

- CAILLOIS, Roger, 2001. *Man, play, and games*. University of Illinois press.
- CAKMAKCI, Ozan; ROLLAND, Jannick, 2006. Head-Worn Displays: A Review. *J. Display Technol.* Roč. 2, č. 3, s. 199–216.
- CAMERON, Fiona; KENDERDINE, Sarah, 2010. *Theorizing digital cultural heritage: A critical discourse*. MIT Press.
- CAUDELL, Thomas; MIZELL, David, 1992. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In: *System Sciences, IEEE. Zv. 2*, s. 659–669.
- CLOSE, Ben; DONOGHUE, John; SQUIRES, John; BONDI, Phillip De; MORRIS, Michael; PIEKARSKI, Wayne; THOMAS, Bruce; THOMAS, Bruce; AU, Unisa Edu, 2000. ARQuake: an outdoor/indoor augmented reality first person application. In: *Wearable Computers, 2000. The Fourth International Symposium on*, s. 139–146.
- CROFTS, Nick; DOERR, Martin; GILL, Tony; STEAD, Stephen; STIFF, Matthew, 2008. Definition of the CIDOC conceptual reference model. *ICOM/CIDOC Documentation Standards Group. CIDOC CRM Special Interest Group*. Roč. 5.
- CRUZ-NEIRA, Carolina; SANDIN, Daniel J.; DEFANTI, Thomas A., 1993. Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. In: *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. Anaheim, CA: ACM, s. 135–142. SIGGRAPH '93.
- CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly, 2015. *FLOW Psychológia optimálneho prežívania*. Bratislava, Citadella.
- DACEY, John S.; LENNON, Kathleen H., 2000. *Kreativita*. Grada.
- DOBELLI, Rolf, 2015. *Umenie jasného myslenia*. Plejády.
- DOSTAL, Jiří, 2019. Inovace technického vzdelávání na základních školách v České republice – nové kurikulum pro 21. století. In: *Trendy ve vzdělávání: inovace ve školství – učitel jako aktér změny*. Univerzita Palackého v Olomouci, s. 18–19.
- DRAAISMA, Douwe, 2003. *Metafory paměti*. Mladá fronta.
- FEINER, Steven; MACINTYRE, Blair; SELIGMANN, Dorée, 1993. Knowledge-based augmented reality. *Commun. ACM*. Roč. 36, s. 53–62.
- FERKO, A; FTÁČNIK, M et al., 2012. *Virtualny svet 2012* [online]. FMFI UK [cit. 2020-01-01]. Dostupné z : <http://www.sccg.sk/ferko/VirtualnySvet2012-finalPCRevue.pdf>.
- FERKO, A; MARTINKA, J et al., 2004. Virtual Heart of Central Europe. *CORP* [online], s. 193–200 [cit. 2005-01-01]. Dostupné z : https://dcgi.fel.cvut.cz/home/zara/papers/CORP2004_FERKO_MARTINKA_SORMANN_KARNER_ZARA_KRIVOGRAD.pdf.
- FERKO, Andrej; BÁTOROVÁ, Martina, 2016a. Local and Global Interestingness in Virtual Time for Teaching using Wrong Metaphors. In: *Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások, Bratislava*.
- FERKO, Andrej; BÁTOROVÁ, Martina, 2016b. Questionable questions. In: *Konferencia košických matematikov, Herľany*.
- FERKO, Andrej; ČERNEKOVÁ, Zuzana; DADOVÁ, Jana; MAJOR, Viktor; ONAČILOVÁ, Daniela; ŠIKUDOVA, Elena; ŠVARBA, Rastislav; VALÍKOVÁ, Miroslava; VARHANÍKOVÁ, Ivana; VATAHA, Martin et al., 2011. Schola ludus, serious games, and measurement of interestingness. In: *2011 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning*, s. 557–558.
- FERWERDA, James A., 2003. Three varieties of realism in computer graphics. In: *Human Vision and Electronic Imaging VIII. Zv. 5007*, s. 290–297.

- FOECKLER, Paul; ZEIDLER, Thomas; BROMBACH, Benjamin; BRUNS, Erich; BIMBER, Oliver, 2005. PhoneGuide: museum guidance supported by on-device object recogn. on mob. phones. In: *MUM '05: Proc. of the 4th intern. conf.* USA: ACM, s. 3–10.
- FORISEK, Michal; STEINOVA, Monika, 2013. *Explaining Algorithms Using Metaphors*. Springer.
- G., Altshuller, 2020. *40 Inventive Principles* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <https://triz-journal.com/40-inventive-principles-examples/>.
- GARDNER, Howard E., 2011. *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette Uk.
- GENG, Liqiang; HAMILTON, Howard J., 2006. Interestingness Measures for Data Mining: A Survey. *ACM Comput. Surv.* Roč. 38, č. 3, s. 9–15.
- GLASSNER, Andrew, 2004. *Interactive Storytelling: Techniques for 21st Century Fiction*. A K Peters/CRC Press.
- GLASSNER, Andrew, 2009. *Interactive storytelling: Techniques for 21st century fiction*. AK Peters/CRC Press.
- GREGOR, Dan; AMAR, Mulabegović, 2010. *The 600 Years* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <https://vimeo.com/15749093>.
- GRUNER, Daniel T; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly, 2019. Engineering creativity in an age of artificial intelligence. In: *The Palgrave Handbook of Social Creativity Research*. Springer, s. 447–462.
- HAGEN, Margaret A, 1986. *Varieties of realism: Geometries of representational art*. CUP Archive.
- HALUSKA, Jan, 2003. *The mathematical theory of tone systems*. CRC Press.
- HARRÉ, Rom; GILLET, Grant; PLICHTOVÁ, Jana, 2001. Diskurz a myseľ: Úvod do diskurzívnej psychológie. In: *Iris*.
- HOOKEHAM, Geoffrey; NESBITT, Keith, 2019. A systematic review of the definition and measurement of engagement in serious games. In: *Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference*, s. 1–10.
- HOWLETT, Kristina M et al., 2019. An English Learner Service-learning Project: Preparing Education Majors Using Technology and the SAMR Model. *CALL-EJ*. Roč. 20, č. 2, s. 128–149.
- HRUBÝ, Dag, 2017. George Polya: Jak to řešit? Překvapivé aspekty (nejen) matematických metod. *MATEMATIKA–FYZIKA–INFORMATIKA*. Roč. 26, č. 3, s. 240.
- HUGHES, Joan; THOMAS, Ruth; SCHARBER, Cassandra, 2006. Assessing technology integration: The RAT–replacement, amplification, and transformation–framework. In: *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, s. 1616–1620.
- HURON, David, 2004. Music-engendered laughter: An analysis of humor devices in PDQ Bach. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Music Perception and Cognition*, s. 700–704.
- CHALMERS, Alan; FERKO, Andrej, 2008. Levels of realism: From virtual reality to real virtuality. In: *Proceedings of the 24th Spring Conference on Computer Graphics*, s. 19–25.
- CHALMOVIANSKÝ, Pavel; FERKO, Andrej; GALBAVÝ, Roman; NIEPEL, Ludovít, 2011. *Zložitosť geometrických algoritmov*. Univerzita Komenského, Bratislava.
- INOCENCIO, Fabricio, 2018. Using Gamification in Education: A Systematic Literature Review.
- KAHNEMAN, Daniel, 2019. *Myslenie rýchle a pomalé*. Aktuell.
- KALMAN, Rudolf E., 1960. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Transactions of the ASME – Journal of Basic Engineering*. Roč. 82, č. Series D, s. 35–45.

- KATO, Hirokazu; BILLINGHURST, Mark, 1999. Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system. In: *Augmented Reality, 1999. (IWAR '99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on*, s. 85–94.
- KAUFMANN, Hannes, 2009. *Construct3D – Overview*. [Online] [cit. 2020-11-27]. Dostupné z : <https://www.youtube.com/watch?v=QvsN-5GykhA>.
- KAUFMANN, Hannes; SCHMALSTIEG, Dieter; WAGNER, Michael, 2000. Construct3D: a virtual reality application for mathematics and geometry education. *Education and information technologies*. Roč. 5, č. 4, s. 263–276.
- KILPATRICK, Jeremy; HOYLES, Celia; SKOVSMOSE, Ole; VALERO, Paola, 2005. *Meaning in mathematics education*. Springer.
- KLEIN, Georg; MURRAY, David, 2007. Parallel Tracking and Mapping for Small AR Workspaces. In: *Mixed and Augmented Reality, 2007. ISMAR 2007. 6th IEEE and ACM International Symposium on*, s. 225–234.
- KOEHLER, Matthew J; MISHRA, Punya; CAIN, William, 2013. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*. Roč. 193, č. 3, s. 13–19.
- KOESTLER, Arthur, 1964. *The act of creation*. London Hutchinson.
- KOMENSKÝ, Jan Amos, 2001. *Orbis pictus*. Levné knihy KMa.
- KOREŇOVÁ, Lilla; KOŽUCHOVÁ, Mária; DOSTÁL, Jiří; LAVICZA, Zsolt, 2019. Augmented reality in educational settings. In: ed. PRODOMOU, Theodosia. Brill, kap. Applications of Augmented Reality Apps in Teaching Technical Skills Courses, s. 383–409.
- KOSTRUB, Dušan; OSTRADICKÝ, Peter, 2019. A qualitative methodology framework of investigation of learning and teaching based on the USE of augmented reality. In: *2019 17th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, s. 425–440.
- KRUEGER, Myron W.; GIONFRIDDO, Thomas; HINRICHSEN, Katrin, 1985. VIDEOPLACE - an artificial reality. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. San Francisco, California, United States: ACM, s. 35–40. CHI '85.
- KUSUNOKI, Fusako; SUGIMOTO, Masanori; HASHIZUME, Hiromichi, 2002. Toward an interactive museum guide system with sensing and wireless network technologies. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2002. Proceedings. IEEE International Workshop on*, s. 99–102.
- LACKO, Jan, 2019. Cultural Heritage Objects in Education by Virtual and Augmented Reality. In: *Augmented Reality and Virtual Reality*. Springer, Cham, s. 175–187.
- MANN, Steve, 2004. Continuous lifelong capture of personal experience with EyeTap. In: *Proceedings of the the 1st ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences*. New York, New York, USA: ACM, s. 1–21. CARPE'04.
- MILGRAM, Paul; TAKEMURA, Haruo; UTSUMI, Akira; KISHINO, Fumio, 1995. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*. Zv. 2351, s. 282–292. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series.
- MIYASHITA, Tsutomu; MEIER, Peter Georg; TACHIKAWA, Tomoya; ORLIC, Stephanie; EBLE, Tobias; SCHOLZ, Volker; GAPEL, Andreas; GERL, Oliver; ARNAUDOV, Stanimir; LIEBERKNECHT, Sebastian, 2008. An Augmented Reality museum guide. In: *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, s. 103–106. ISMAR '08.

- NOVOTNY, M.; LACKO, J.; SAMUELČIK, M., 2013. Applications of Multi-Touch Augmented Reality System in Education and Presentation of Virtual Heritage. *Procedia Computer Science*. Roč. 25, č. 25, s. 231–235.
- NUFORMER, 2020. *First 3D video mapping projection* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : https://www.nuformer.com/portfolio/item/first_projection/.
- OAKLEY, Barbara, 2014. *A Mind for Numbers: How to Excel at Math and Science (Even If You Flunked Algebra)*. Penguin.
- OLSSON, Thomas; SALO, Markus, 2011. Online user survey on current mobile augmented reality applications. In: *Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2011 10th IEEE International Symposium on*, s. 75–84.
- PAPAGIANNAKIS, George, 2018. *Mixed Reality Gamified Presence and Storytelling for Virtual Museums* [In: Lee N. (eds) *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Springer]. Tech. spr.
- PAULOS, John Allen, 2018. *Mathematics and Humor*. University of Chicago Press.
- PERELMAN, J. I., 2008. *Zabavna fyzika*. Perfekt.
- POLYA, George, 2016. *Jak to řešit?* MatfyzPress.
- PRODROMOU, Theodosia, 2019. *Augmented Reality in Educational Settings*. Brill.
- PUNTEDURA, Ruben R, 2014. SAMR: A contextualized introduction. *Lecture at Pine Cobble School*. Retrieved March. Roč. 13.
- PUNTEDURA, Ruben R, 2006. *Transformation, Technology, and Education* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <http://hippasus.com/resources/tte/>.
- QVORTRUP, Lars ed., 2001. *Virtual interaction: interaction in virtual inhabited 3D worlds*. Springer.
- RASKAR, Ramesh; BAAR, Jeroen van; BEARDSLEY, Paul; WILLWACHER, Thomas; RAO, Srinivas; FORLINES, Clifton, 2005. iLamps: geometrically aware and self-configuring projectors. In: *ACM SIGGRAPH 2005 Courses*. Los Angeles, California: ACM. SIGGRAPH '05.
- REKIMOTO, Jun, 1996. *Transvision: A Hand-Held Augmented Reality System For Collaborative Design*.
- ROMRELL, Danae; KIDDER, Lisa; WOOD, Emma, 2014. The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Online Learning Journal*. Roč. 18, č. 2.
- SALAMON, Jenő, 1984. *Praktické riešenia problémov vo veku 6-14 rokov*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- SALOMON, David, 1999. *Computer Graphics and Geometric Modeling*. Springer Science & Business Media.
- SAVRANSKY, Semyon D, 2000. *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. CRC press.
- SEJNOWSKI, Terrence; OAKLEY, Barbara, 2011. *Learning How to Learn: Powerful mental tools to help you master tough subjects* [online] [cit. 2020-11-27]. Dostupné z : <https://www.coursera.org/lecture/learning-how-to-learn/terrence-sejnowski-and-barbara-oakley-introduction-to-the-course-structure-1bYD5>.
- SELLARÈS, J Antoni; TOUSSAINT, Godfried, 2003. On the role of kinesthetic thinking in computational geometry. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Roč. 34, č. 2, s. 219–237.

- SHNEIDERMAN, Ben; PLAISANT, Catherine, 2005. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Pearson Education.
- SCHMALSTIEG, Dieter, 2016. *Portal Arbook. Presentations*. [Online] [cit. 2020-11-27]. Dostupné z : <https://arbook.icg.tugraz.at/Schmalstieg-2016-AW>.
- SCHMALSTIEG, Dieter; HOLLERER, Tobias, 2016. *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- SPARACINO, Flavia, 2002. The Museum Wearable: real-time sensor-driven understanding of visitors' interests for personalized visually-augmented museum experiences. In: *In: Proceedings of Museums and the Web (MW2002)*, s. 17–20.
- STANEK, S; FERKO, A et al., 2005. *Projekt PM3DOL* [online] [cit. 2005-01-01]. Dostupné z : <http://www.sccg.sk/~projects/pav-pm3d/>.
- SUTHERLAND, Ivan E., 1968. A head-mounted three dimensional display. In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. San Francisco, California: ACM, s. 757–764. AFIPS '68 (Fall, part I).
- SUTHERLAND, Ivan E., 1965. The Ultimate Display. In: *Proceedings of the IFIP Congress*, s. 506–508.
- SWIDAN, Osama et al., 2019. Augmented reality in educational settings. In: ed. PRODROMOU, Theodosia. Brill, kap. Engaging Students in Covariational Reasoning within an Augmented Reality Environment, s. 147–167.
- ŠVARBA, Rastislav, 2011. *Virtuálne Brhlovce*. Dipl. pr. FMFI UK Bratislava.
- TAKAHASHI, Dean, 2009. *Microsoft games exec details how Project Natal was born* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <http://venturebeat.com/2009/06/02/microsoft-games-executive-describes-origins-of-project-natal-game-controls/>.
- THURNES, Christian M et al., 2020. *Playing TRIZ (Volume 2) – More Games and Cases Fostering Inventiveness* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : <https://triz-journal.com/playing-triz-volume-2-more-games-and-cases-fostering-inventiveness/>.
- THURSTON, William P., 2005. Mathematical education. *arXiv preprint math/0503081*.
- TIM, Brzezinski, 2018. *Getting Started with GeoGebra Augmented Reality* [online] [cit. 2018-07-28]. Dostupné z : <https://www.geogebra.org/ar>.
- VANKŮŠ, Peter, 2005. History and present of didactical games as a method of mathematics' teaching. *Acta Didactica Universitatis Comenianae-Mathematics*. Roč. 5, s. 53–68.
- VSAUCE, 2010. *12 BEST Kinect HACKS 2010* [online] [cit. 2020-11-25]. Dostupné z : https://www.youtube.com/watch?v=ho8KVOe_y08.
- VUFORIA, 2013. *Vuforia* [online] [cit. 2020-11-27]. Dostupné z : <https://www.ptc.com/en/products/vuforia>.
- WANG, Sam; AAMODT, Sandra; TAYMOR, Julie, 2008. *Welcome To Your Brain*. Rubin Museum of Art.
- WEISER, Mark, 1991. The computer for the 21st century. *Scientific American*.
- WELSH, James; HARMES, J Christine; WINKELMAN, Roy, 2011. Florida's technology integration matrix. *Principal Leadership*. Roč. 12, č. 2, s. 69–71.
- ŽÁRA, Jiří, 1999. *VRML 97 Laskavý průvodce virtuálními světy*. Computer Press.

Vydané s finančnou podporou grantu KEGA 012UK-4/2018 *CEPENSAR*

Názov: Augmented Reality a vyučovanie,
výber z teórie a autorských postupov

Autori: doc. PaedDr. Dušan Kostrub, PhD.
Pedagogická fakulta UK Bratislava
RNDr. Zuzana Berger Haladová, PhD.
RNDr. Martina Bátorová, PhD.
doc. RNDr. Andrej Ferko, PhD.
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK

Recenzenti: doc. RNDr. Daniela Velichová, PhD., STU Bratislava
prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc., ELTE Budapest

Vydal: Knížničné a edičné centrum FMFI UK Bratislava

Rok vydania: 2020

Poradie vydania: prvé

Počet strán: 105

Náklad: 100 kusov, nepredajné

Vydané pod licenciou CC BY-NC-ND 4.0



ISBN 978-80-8147-099-8

Augmented Reality a vyučovanie

výber z teórie a autorských postupov

Dušan Kostrub

Zuzana Berger Haladová

Martina Bátorová

Andrej Ferko

„Publikácia prináša komplexnú analýzu riešení, výhod a prípadných ťažkostí súvisiacich s využitím informačných a komunikačných technológií a najnovších softvérových riešení vo vyučovaní inovatívnym spôsobom, využitím rozšírenej reality. Poskytuje čitateľovi predovšetkým komplexnejší pohľad na paradigmu 21. storočia, ktorou je digitalizácia všetkých procesov spoločenského diania, zasahujúca až do základov kognitívnych procesov pri utváraní poznatkov. Čitateľ nachádza okrem technických špecifik aj mimoriadne zaujímavé úvahy o pojmoch: zaujímavosť (lokálna a globálna), porozumenie, význam, úloha humoru (v matematike), energia omylu a aktivácia pomocou didaktických hier pri nadobúdaní poznatkov.“

doc. RNDr. Daniela VELICHOVÁ, CSc.

„Publikácia prináša komplexný filozoficko-pedagogicko-psychologicko-didaktický pohľad na využívanie informačno-komunikačných a digitálnych vzdelávacích technológií, moderných softvérových riešení a špeciálnych didaktických postupov vo vyučovaní a v procese získavania nových poznatkov. Môže slúžiť ako užitočný informačný zdroj predovšetkým učiteľom prírodovedných predmetov, ktorí sa zaujímajú o moderné vzdelávacie technológie a plánujú využívať nástroje virtuálnej a rozšírenej reality na zvýšenie aktivity edukantov a účinnosti vyučovania a učenia sa.“

prof. Ing. Veronika STOFFOVÁ, CSc.



ISBN 978-80-8147-099-8