



## Документальний підхід до дидактики

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Rafalska Maryna, Pidhorna Tetyana

### ► To cite this version:

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Rafalska Maryna, Pidhorna Tetyana. Документальний підхід до дидактики. DAD-Multilingual, 2020. ⟨hal-02905655⟩

**HAL Id: hal-02905655**

**<https://hal.science/hal-02905655v1>**

Submitted on 23 Jul 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## Документальний підхід до дидактики

Люк Труш, Жіслен Годе, Бірґіт Пепан

Адаптивний переклад на українську мову: к.пед.н., доцент Рафальська М.В.

Рецензент: д.пед.н., доцент Підгорна Т.В.

### Анотація

«Documentation Approach to Didactics» - стаття в *Encyclopedia of Mathematics Education* (Trouche, Gueudet & Pepin 2018). Поданий текст є українським адаптивним перекладом, що входить до зібрання перекладів на 14 мов (<https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL>), оновленої у 2020 р. версії зазначеної статті (Trouche, Gueudet & Pepin 2020).

Документальний підхід до дидактики – теорія у дидактиці математики, метою якої є розкриття закономірностей професійного розвитку вчителів шляхом вивчення ресурсів, що вони використовують та розробляють для організації навчального процесу. У статті висвітлені умови виникнення підходу, його теоретичне підґрунтя, ключові поняття та методологічна база. Основні аспекти підходу проілюстровано на прикладах з різних наукових проектів. Подана коротка характеристика підходу призначена насамперед для використання дослідниками, але може бути корисною й для неспеціалістів (наприклад, для студентів-магістрів), зацікавлених у вступі до документального підходу.

### Ключові слова:

навчальні матеріали; електронні ресурси; документальний генезис; операційні інваріанти; система ресурсів; методичні матеріали; колективна робота вчителів; професійний розвиток вчителів.

### Abstract

The 'Documentation Approach to Didactics' is an entry of the *Encyclopedia of Mathematics Education* (Trouche, Gueudet & Pepin 2018). This entry has been updated in 2020 (Trouche, Gueudet & Pepin 2020). This article is a Ukrainian adaptation of this updated version. It is part of a collection, gathering such adaptations in 14 languages (<https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL>).

The documentational approach to didactics is a theory in mathematics education. Its first aim is to understand teachers' professional development by studying their interactions with the resources they use and design in/for their teaching. In this text we briefly describe the emergence of the approach, its theoretical sources, its main concepts and the associated methodology. We illustrate these aspects with examples from different research projects. This synthetic presentation is written for researchers, but also for non-specialists (e.g. master students) interested in a first discovery of the documentational approach.

### Keywords

Curriculum materials; Digital resources; Documentational geneses; Operational Invariants; Resource systems; Resources in/for teaching; Teachers' collective work; Teacher professional development.

## 1. Вступ

Вчителі математики щоденно взаємодіють з навчальними ресурсами (наприклад, підручником) або ресурсами, що були створені не в навчальних цілях (наприклад, уривками з телевізійних новин). Робота вчителів з ресурсами у класі чи поза його межами, передбачає їх добір, зміну та створення нових ресурсів. Така діяльність називається документальною роботою вчителя, а результат цієї діяльності – документацією вчителя.

Навчальні ресурси можуть бути текстовими (наприклад, шкільні підручники, навчальні програми, учнівські роботи) або електронними (наприклад, електронні підручники). Наявність великої кількості доступних у Інтернеті ресурсів ставить перед вчителем проблему добору ресурсів, що є найбільш доцільними з дидактичної точки зору. Крім цього, зміна навчальних програм у багатьох країнах зазвичай супроводжується розповсюдженням навчальних ресурсів, що покликані допомогти вчителям впровадити нові програми в дію. Тому, ресурси та робота вчителів з ресурсами сьогодні є одним із досить вагомих об'єктів дослідження (Trouche, Gueudet & Pepin, 2019).

З теоретичної точки зору, робота вчителів з навчальними ресурсами досліджувалась на міжнародному рівні з використанням різної термінології (Remillard, 2005; Pepin *et al.*, 2013). Наприклад, у англomовній літературі, вона вивчалась у розрізі таких понять як «передбачена навчальна програма» (*intended curriculum*) і «впроваджена навчальна програма» (*enacted curriculum*). У центральній Європі широковживаним є термін '*Didaktik*' (Pepin *et al.*, 2013). У наступних розділах ми розкриємо суть Документального підходу до дидактики (ДПД), що заснований на французьких традиціях досліджень у дидактиці.

## 2. Походження підходу

ДПД був запропонований Жіслен Года і Люком Трушем (Gueudet & Trouche, 2008, 2009 ; Gueudet, 2019) та зазнав подальшого розвитку у роботах Бірґіт Пепан (Gueudet, Pepin & Trouche, 2012). ДПД заснований на французьких традиціях досліджень у дидактиці математики (Trouche, 2016) з такими її ключовими поняттями, як дидактична ситуація, інституційні обмеження, схема дії. ДПД також базується на соціо-культурній теорії, зокрема такому її понятті як «опосередкування» (Vygotsky, 1978), що лежить в основі усіх когнітивних процесів. ДПД був розроблений також у зв'язку з потребою у нових теоретичних підходах, зумовленою стрімким поширення ІКТ.

Розвиток ІКТ та Інтернету призвів до значних змін: простого та швидкого доступу до ресурсів, а також можливості спілкуватися з багатьма людьми. Це, в свою чергу, спричинило зміни у мисленні та діяльності, зокрема, що стосується освіти: нового співвідношення між статичними і динамічними ресурсами, між використанням та розробкою ресурсів, індивідуальною та колективною діяльністю (Pepin, Choppin, Ruthven, & Sinclair, 2017). Беручи до уваги цей феномен, ДПД запропонував зміну парадигми, а саме, аналіз діяльності вчителя через призму ресурсів: ресурсів, розроблених вчителем для використання на практиці, що постійно оновлюються у процесі такого використання.

Крім традиції французької дидактики, автори ДПД черпали своє натхнення з декількох взаємопов'язаних галузей досліджень: галузі використання технологій, галузі дизайну ресурсів та навчальних програм, галузі професійного навчання/розвитку, галузі інформаційної архітектури та галузі професійного розвитку вчителя.

У галузі використання технологій, основною фундаментальною базою ДПД став інструментальний підхід. Ця теорія була розроблена Рабарделем (Vérillon & Rabardel, 1995) в когнітивній ергономіці, а потім інтегрована в математичну дидактику (Guin & Trouche, 2002; Guin, Ruthven, & Trouche, 2005). У ній розрізняються поняття *артефакту*, що доступний для користувача, та поняття *інструменту*, що розробляється користувачем. Серед основних понять підходу також можна назвати поняття генезису, інструментування та інструменталізації (див. розділ 3). Розвиток інструментального підходу припав на період, коли вчителі мали справу з інтеграцією того чи іншого, але цілком *конкретного* засобу (наприклад, калькуляторів, програмного засобу комп'ютерної алгебри, системи динамічної геометрії). У нових умовах, коли завдяки мережі Інтернет вчителі отримали доступ до великої кількості різноманітних ресурсів, стало зрозуміло, що лише інструментального підходу недостатньо.

Така увага до *ресурсів* узгоджується з пропозицією Адлер (Adler, 2000) "вживати слово *ресурс* у розумінні дієслова «*re-source*», тобто "черпати з джерела знову чи іншим чином" (с. 207). Підтримуючи цю точку зору, ДПД приймає до уваги широкий спектр ресурсів, що можуть бути

потенційним джерелом для діяльності вчителя (наприклад, підручники, електронні ресурси, електронне листування з колегами, учнівські роботи), ресурси, що *“говорять до вчителя”* (Remillard, 2005) та стають в нагоді у його професійній діяльності.

Такий широкий погляд на ресурси привів до широкого бачення професійного розвитку вчителя. Як зазначають Бал, Хілл і Бас (Ball, Hill & Bas, 2005) у своєму дослідженні про «знання з математики, необхідні для викладання», викладання не зводиться лише до роботи на уроці, воно також включає планування, оцінювання, письмові контрольні роботи, бесіди з батьками тощо. У ДПД об'єктом дослідження є діяльність вчителя через призму його роботи з ресурсами. ДПД передбачає (Cooney, 1999), що зміни у практиці тісно пов'язані із оволодінням професійними знаннями та переконаннями (детальніше це пояснено у розділі 3).

Розглядаючи ресурси як те, що *“живить”* роботу вчителів, постала необхідність у введенні поняття, яке б могло охарактеризувати те, що вчитель розробляє для досягнення конкретної мети у процесі роботи з цими ресурсами. Так, було обрано поняття *документу*, що використовувалось в галузі інформаційної архітектури (Salaün, 2012) у розумінні *“носія, що містить у собі певний намір”* та призначений для певного використання в заданому контексті. Цей вибір обумовив назву підходу: *“Документальний підхід до дидактики”*.

Можливість простого спілкування у Інтернеті обумовила необхідність прийняття до уваги й широкого спектру різноманітних форм колективної роботи вчителів: мережі контактів, Інтернет-спільнот чи інших більш-менш формальних співтовариств. Теорія Венгера (Wenger, 1998) про спільноти практики з її поняттями *участі, переговорів та перетворень* зарекомендувала себе особливо плідною з точки зору аналізу процесу створення навчальних ресурсів колективами вчителів та пов'язаного з цим процесу професійного розвитку (Gueudet, Pepin, & Trouche, 2013).

Після поданого опису походження ДПД, у наступних розділах ми розглянемо його структуру та основні поняття.

### **3. Документальний підхід до дидактики - цілісний підхід до роботи вчителів**

У цьому розділі описано та пояснено основні «компоненти» ДПД та пов'язані з ними процеси, а також подано означення таких понять як: ресурси, документи, генезис, інструментування та інструменталізація.

Навчальні ресурси з математики - це всі ресурси, що розробляються та використовуються вчителями та учнями у процесі навчання математики у класі чи поза його межами. Це поняття також включає в себе електронні навчальні ресурси (Pepin, Choppin, Ruthven, & Sinclair, 2017), що за думкою Пепан і Годе (Pepin, Gueudet, 2018) відрізняються від ІКТ навчального призначення. У своїх дослідженнях вони також розрізняють матеріальні навчальні ресурси (наприклад, підручники, цифрові навчальні ресурси, засоби наочності та калькулятори), соціальні ресурси (наприклад, бесіди у мережі/на форумі) та когнітивні ресурси (наприклад, теоретичні підходи, що використовуються для роботи з вчителями). ДПД зазвичай застосовується для аналізу роботи вчителів, але він також може бути використаний для вивчення роботи викладачів, що займаються підготовкою вчителів (наприклад, Psycharis & Kalogeria, 2018) або взаємодій студентів із ресурсами (наприклад, Kock & Pepin, 2018).

У процесі взаємодії з певним ресурсом або набором ресурсів, вчителі виробляють схеми використання цих ресурсів (див. розділ 4). Навіть якщо вчителі використовують один й той самий ресурс, схеми його використання різними вчителями можуть відрізнятися, наприклад в залежності від їх знань чи установок. Це обумовило введення поняття документу (Gueudet & Trouche, 2008, 2009) :

*Ресурси + схема використання = документ*

Процес розробки документа (включаючи процес навчання вчителя) *називається документальним генезисом* (наприклад, Gueudet & Trouche, 2009).

Пепан, Годе і Труш (Pepin, Gueudet & Trouche, 2013) запропонували теоретичні основи щодо «перезавантаження роботи вчителя та його взаємодій», що зробило документальний підхід особливо доцільним для розгляду *“використання”* ресурсів, як інтерактивного та потенційно трансформаційного процесу. Цей процес є двостороннім: з одного боку, особливості ресурсу(ів) впливають на практику вчителів (інструментальний процес), з іншого боку, установки та знання

вчителів обумовлюють добір та подальшу трансформацію ресурсів (процес інструменталізації) (рис. 1). Отже, у ДПД наголошується на діалектичному характері взаємодії вчитель-ресурс, що поєднує у собі інструментування та інструменталізацію (Vérillon & Rabardel, 1995). Ці процеси включають в себе розробку, зміну ресурсів, а також їх "розробку у процесі використання" (коли вчителі змінюють документ "у поточний момент" та відповідно до своїх педагогічних потреб).



Рис 1. Документальний генезис

ДПД пропонує модель взаємодій вчителя з ресурсами та вбачає у цих взаємодіях визначальну роль у професійному розвитку вчителів. Незважаючи на наявність у Інтернеті великої кількості потенційно доцільних матеріалів, Мережа не надає належних засобів для пошуку та добору ресурсів, що відповідали б конкретній навчальній меті, мали б необхідні ергономічні характеристики (наприклад, з точки зору інтерактивності) і разом з цим були б сумісними з точки зору своїх епістемічних та дидактичних особливостей з іншими ресурсами, вже обраними вчителем (наприклад, підручником). Іншими словами, те, що вчителі знаходять у Інтернеті зазвичай є «купою цегли», з якої вони мають викласти дорогу до знань для кожного учня. Незалежно від того, чи вчителю потрібно буде дібрати завдання для серії уроків з певної теми, чи запропонувати різні навчальні траєкторії з використанням електронного підручника (за умови наявності такої можливості), вчителю знадобиться професійна допомога у формуванні його *проектувальних здібностей* (Pepin, Gueudet, & Trouche, 2017). Останнє передбачає чітке розуміння математичних та педагогічних аспектів навчальних ресурсів, і гнучкість у їх використанні (див. табл. 1). Ванг (Wang, 2018) розглядає проектувальні здібності вчителя, як частину його *документальної експертизи*.

**Таблиця 1. Ресурси у середній школі: приклад документальної роботи Віри**

Віра - вчитель математики, яка працює з Sésamath, як і багато інших вчителів у Франції (Gueudet et al., 2013; Pepin et al., 2017). Sésamath - це асоціація вчителів математики середніх шкіл, члени якої розробляють (з 2001 р.) та пропонують у вільному доступі на своєму веб-сайті (<http://www.sesamath.net/>) інтерактивні електронні підручники. Документальну роботу Віри було проаналізовано на основі уроку, що вона викладала у 8 класі. Урок був присвячений відсоткам і для його підготовки Віра використовувала різноманітні ресурси, включаючи ресурси Sésamath.

Аналіз стосувався "життєвого циклу" уроку: його підготовки; проведення; оцінювання з точки зору розуміння учнями; рефлексії вчителя. Вибір повного "життєвого циклу" уроку відображає ідеї, покладені в основу ДПД: проектування не зводиться лише до розробки певного ресурсу для викладання того чи іншого змісту навчання, а продовжується протягом усього процесу використання ресурсу. Проектувальна робота Віри зокрема передбачала використання LaboMEP (засобу Sésamath), за допомогою якого можна запропонувати різні вправи для різних учнів. Завдяки цьому засобу Віра усвідомила необхідність диференціації навчання. За допомогою

засобу LaboMER можна також запропонувати різні варіанти завдань однакового характеру. Віра зазначила, що це мотивувало її до вдосконалення власного викладання.

Зазначені результати свідчать про формування *дидактичної гнучкості* Віри, іншими словами, розвиток її проектувальних здібностей у процесі добору, використання та зміни існуючих навчальних ресурсів, а також у процесі проектування/створення нових матеріалів з метою ефективного викладання математики.

Викладання часто розглядають як проектування, а викладачів як проектувальників. Такої точки зору притримується, зокрема, Браун (Brown, 2009), який стверджує, що таке бачення узгоджується з положеннями цілого ряду когнітивних теорій, що «акцентують на важливому партнерстві між людьми та засобами, якими вони користуються для досягнення своїх цілей. ... Досягнення людей залежать не лише від їх власних спроможностей, але й властивостей артефактів, що вони використовують» (с. 19). Таким чином, Браун (Brown, 2009) зазначає, що «проектування» як діяльність залежить не тільки від компетентностей вчителя. Між вчителем(ями) та навчальними ресурсами, між вчителем і засобом, за його думкою, існує двосторонній зв'язок, і тому «можливості» навчальних ресурсів відіграють не менш важливу роль у цій діяльності. Це узгоджується з ДПД, відповідно до якого, говорячи про вчителя як проектувальника потрібно мати на увазі свідомий/обдуманий акт проектування, створення «чогось нового» (наприклад, поєднання існуючих та нових елементів) з метою досягнення певної (дидактичної) мети (Pepin, Gueudet, & Trouche, 2017). Цей вид роботи проаналізовано з використанням поняття схеми використання, що розглядається у наступному розділі.

#### 4. Теоретичне поглиблення підходу: схеми та системи

Поняття "схеми дії" (Vergnaud, 1998) є центральним у ДПД. Воно тісно пов'язане з поняттям "клас ситуацій", які в нашому контексті є сукупністю професійних ситуацій, що мають однакову мету діяльності. Наприклад, "управління навчальною діяльністю учнів 8 класу, що мають різний рівень знань" - це клас ситуацій для Віри (див. табл.1). Для даного класу ситуацій суб'єкт (в даному випадку вчитель) виробляє сталу організацію своєї діяльності - схему. Схема має чотири компоненти:

- мета діяльності (що характеризує клас ситуацій);
- правила дії, отримання інформації та контролю;
- операційні інваріанти, що є епістемічною частиною схеми. Розрізняють операційні інваріанти двох асоційованих видів: *теорем у дії* - твердження, що розглядається як істинне та *поняття в дії* - поняття, що розглядається як релевантне (див. приклад нижче);
- можливості умовиводів, адаптації до різноманітних ситуацій.

У процесі своєї діяльності, вчитель може виробляти нові схеми або збагачувати вже існуючі новими правилами дій та операційними інваріантами. Схема, таким чином, може бути використана як модель для аналізу професійного розвитку вчителя. Схеми, що розглядаються у ДПД, є схемами використання певного ресурсу (або набору ресурсів). Ресурси та вироблена схема їх використання у сукупності утворюють документ (див. "рівняння", подане у попередньому розділі).

Набір усіх ресурсів, що використовує вчитель, називається його *системою ресурсів*. Ці ресурси у поєднанні зі схемами використання формують документи (один і той же ресурс може бути частиною декількох документів). Документи, розроблені вчителем, також утворюють систему, що називається *документальною системою* вчителя. Її структура відповідає структурі класу ситуацій, що складають професійну діяльність викладача (відповідно до різних цілей його діяльності).

Коли вчителі залучені до колективної документальної роботи, наприклад, у процесі підготовки до уроків, вони можуть розробляти спільну систему ресурсів (Trouche, Gueudet & Pepin, 2019). Разом з цим, різні члени цієї групи можуть виробляти різні схеми на основі одного і того ж ресурсу, а отже - різні документи (Pepin & Gueudet, 2020).

З метою ілюстрації понять "операційні інваріанти", "система ресурсів" та "документальна система", у табл. 2 подано приклад кейсу з початкової школи.



## Таблиця 2. Ресурси у початковій школі: приклад віртуальної рахівниці

Віртуальна рахівниця (рис. 2) - це вільне програмне забезпечення, розроблене у Франції асоціацією вчителів математики Sésamath, що розробляють Інтернет-ресурси (див. табл. 1).

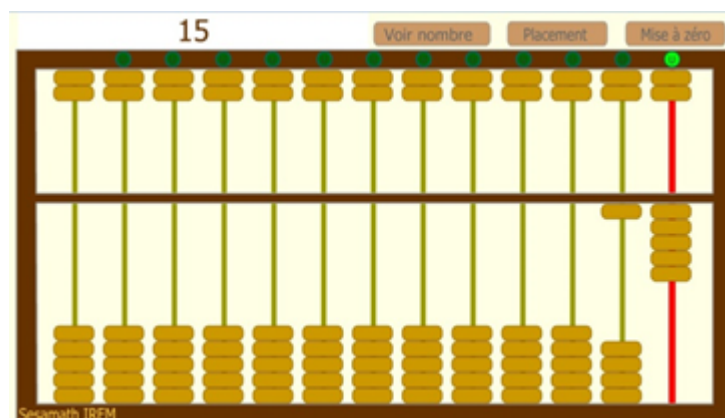


Рис. 2. Віртуальна рахівниця

Китайська рахівниця розділена на дві частини центральною смужкою, яка називається "панеллю читання". Намистинки, що розміщені на панелі читання вважаються "активованими". Китайська рахівниця складається з 13 вертикальних стержнів, кожен з яких відповідає рангу у десятковій системі числення: одиниць, десятків, сотень і т.д. (справа наліво). На кожному стержні рахівниці є два види намистин: 5-значні (їх дві) та 1-значні (їх п'ять). Число на китайській рахівниці може бути представлено кількома способами. Наприклад, на рис. 2, число 15 відкладене, з використанням 6 намистин (однієї намистини, розміщеної на стержні, що відповідає десяткам, і п'ятих намистин, розташованих на стержні, що відповідає одиницям); число 15 може бути представлено також із використанням лише двох намистин, замінивши п'ять однозначних намистин праворуч на одну п'ятизначну намистину на тому ж стержні.

Карлос - досвідчений вчитель початкових класів, робота якого вивчалася впродовж трьох років (Poisard, Bueno-Ravel, & Gueudet, 2011). Він вирішив використати рахівницю у процесі навчання чисел у 3 класі. Карлос знав про наявність у підручнику з математики завдання з рахівницею, але не хотів використовувати його в класі, до того моменту як не дізнався про існування віртуальної рахівниці. Карлос провів урок на якому учні спочатку працювали із справжньою рахівницею та висували гіпотези щодо того як вона працює, а потім - із віртуальною рахівницею, із подальшим написанням інструкції щодо її використання. Після цього Карлос запропонував учням завдання двох типів: 1) подати задане число на рахівниці; 2) прочитати число, представлене на рахівниці. Для заключного оцінювання аналогічні завдання були роздані учням на аркушах паперу, щоб уникнути використання стратегії «спроб та помилок» на віртуальній рахівниці.

Карлос розробив декілька документів, що включають віртуальну рахівницю та інші супутні ресурси (Poisard, Bueno-Ravel, & Gueudet, 2011). Для досягнення цілі «розкрити принцип роботи рахівниці», він використав віртуальну та справжню рахівницю та попросив учнів підготувати плакати за результатами їх самостійної роботи з цими засобами. Серед використаних операційних інваріантів можна виокремити «*теорему в дії*»: «студенти повинні досліджувати самостійно якомога більше нових засобів, з якими вони стикаються», та «*поняття в дії*»: «самостійне дослідження». Слід зазначити, що зазначені інваріанти були вироблені Карлосом ще до зустрічі з віртуальною рахівницею. Ще один операційний інваріант, що вплинув на вибір Карлоса: «для учнів 3 класу маніпуляції з матеріальними ресурсами мають велике значення». Таким чином, схема використання, що має за мету «розкрити, як працює рахівниця», включає зазначені операційні інваріанти та пов'язані з ними правила дій: «запропонувати учням справжню рахівницю, щоб вони

власноруч могли нею скористатися», «запропонувати учням віртуальну рахівницю, щоб вони могли перевірити, яке число відображається».

У процесі роботи з рахівницями, Карлос помітив, що коли учні використовують віртуальну рахівницю для розв'язування завдань типу "подати задане число на рахівниці", вони, як правило, діють шляхом спроб та помилок, використовуючи кнопку "відобразити число". Тому, він вирішив зробити заключне оцінювання на аркушах паперу. Таким чином, з метою «навчити учнів подавати число на рахівниці», Карлос розробив новий документ, що включає віртуальну рахівницю та рисунок рахівниці, зроблений на папері, а також операційний інваріант «використовуючи віртуальну рахівницю учні можуть використовувати стратегію спроб та помилок».

Як було зазначено вище, Карлос - досвідчений вчитель початкових класів. У процесі навчання чисел у 3 класі він протягом багатьох років розробляв (під-) систему ресурсів і документів. Рахівниця була долучена до цих ресурсів та стала основою створення нових документів. Деякі з цих документів включають цілі, безпосередньо пов'язані з рахівницею, наприклад, «розкрити принцип роботи рахівниці», «навчити учнів, як подавати число на рахівниці». В інших документах, навіть якщо рахівниця не фігурувала безпосередньо у меті, все ж таки використовувалась як засіб її досягнення. Наприклад, для того, щоб «навчити принципам десяткової системи числення», Карлос використав рахівницю для пояснення принципів «групування та обміну» (як згрупувати дві п'ятизначні напистини, розміщені на певному стержні, в обмін на одну намистину на наступному стержні). У зазначених документах Карлоса були використані й інші ресурси з його системи ресурсів (наприклад плакати, підготовлені учнями). Деякі з ресурсів Карлоса були вирішальними у його рішенні використати рахівницю: зокрема, підручник, завдяки якому він вперше дізнався про можливість її використання на уроці.

Документальна система вчителя включає багато підсистем із їх власною структурою, що присвячені певному математичному змісту або певному виду діяльності, наприклад: підсистема, що стосується геометрії; підсистема, що стосується оцінювання. Таким чином, документальна система може бути описана на різних рівнях, починаючи з дуже загального, що стосується певного виду діяльності, закінчуючи дуже конкретним, що стосується певного математичного змісту. Для досліджень у галузі математичної освіти, рівні, що стосуються конкретного математичного змісту (наприклад, метою може бути «оцінювання вмінь учнів 8 класу з теми «Відсотки» ») є більш інформативними для аналізу взаємодії вчителів із ресурсами та наслідків, що можуть мати ці взаємодії. Аналіз документальної роботи вчителів з використанням ДПД потребує відповідної методології дослідження, про що йдеться у наступному розділі.

## **5. Рефлексивне дослідження: розвиток методологічної бази**

У цьому розділі розглядається методологія дослідження, що використовується у ДПД та принципи, що лежать в її основі. У розділі також описується один із засобів, що ілюструє подані принципи, а також деякі труднощі, з якими може мати справу дослідник, який використовує рефлексивну методологію дослідження. У процесі аналізу діяльності вчителів через призму їх документальної роботи, потрібно враховувати: різноманітність ресурсів, що є джерелом та результатом цієї роботи; різноманітність взаємодій (колективних, інституційних, а також соціальних), що впливають на цю роботу; час, необхідний для документального генезису. Ці епістемологічні міркування спричинили потребу розробки у ДПД спеціальної методології, що набула назви *«рефлексивне дослідження документальної роботи вчителів»*.

Центральну роль у цій методології відіграють самі вчителі. В її основі лежать п'ять основних принципів:

- Принцип широкого добору матеріальних ресурсів, що використовуються та створюються у процесі документальної роботи;
- Принцип тривалого спостереження. Генезис - це безперервний процес, а розвиток схеми відбувається впродовж тривалого періоду;
- Принцип спостереження у класі та поза його межами. Класна кімната є важливим місцем, де підготовлені вчителем уроки реалізуються на практиці із можливими адаптаціями, доопрацюваннями та імпровізаціями у його ході. Однак, важлива частина роботи вчителів



відбувається й поза класною кімнатою: у школі (наприклад, в учительській), вдома, в центрах підвищення кваліфікації вчителів;

- Принцип рефлексивного спостереження за документальною роботою;
- Принцип протиставлення бачень вчителів, що стосуються їх власної документальної роботи, з матеріальними результатами цієї роботи (наприклад, дібраними матеріальними ресурсами чи результатами практичної діяльності вчителів у їх кабінетах).

Залученість вчителя до процесу дослідження є практичною необхідністю, оскільки саме він має безпосередній доступ до своєї документальної роботи (поза прямим спостереженням дослідника). Це, в свою чергу, виробляє у вчителя рефлексивне ставлення (інтроспекцію) та робить інколи видимим те, що могло бути прихованим (наприклад приховані ресурси чи приховані зв'язки у системі ресурсів). Принципи та мета збору даних, що здійснюється впродовж тривалого часу, повинні бути пояснені вчителю із самого початку. Це обумовило введення Саброю (Sabra, 2016) поняття *методологічного договору* між вчителем та дослідником, який вивчає документальну роботу першого.

На основі зазначених принципів були розроблені методи та засоби збору даних, адаптовані до різних контекстів та питань дослідження. Наприклад, одним із таких засобів є схематичне зображення системи ресурсів вчителя (СЗРС, див. рис. 3). Вчителю пропонується зобразити ментальну карту своїх ресурсів із зазначенням дібраних ресурсів, а також відповідних джерел та цілей (Pepin, Xu, Trouche, Wang, 2016).

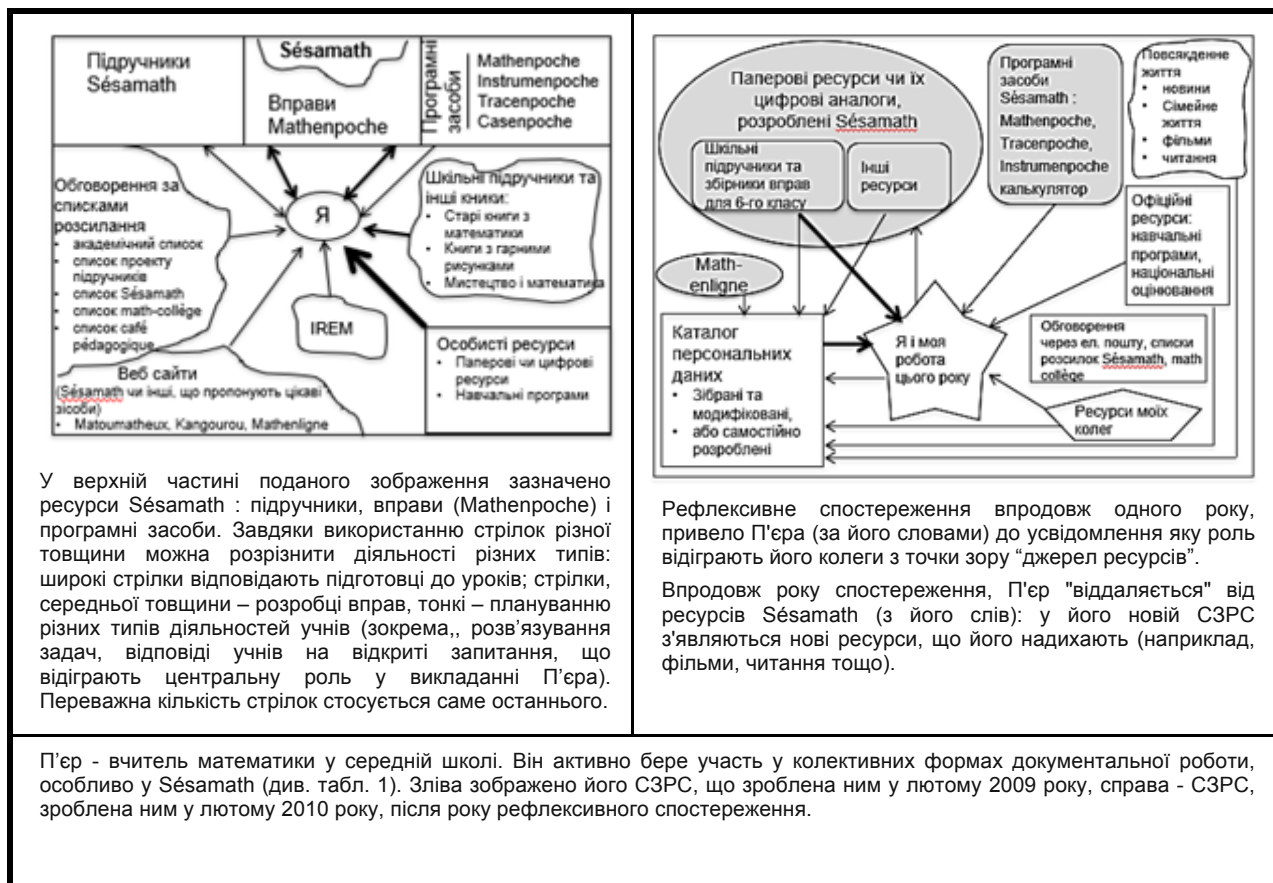


Рис. 3. СЗРС П'єра (Gueudet, Pepin & Trouche, 2012, p. 314, 318)

З початку розвитку ДПД, СЗРС, як засіб, розроблявся у декількох напрямках:

- Хамуд (Hamoud, 2012), яка працює у галузі хімічної освіти, запропонувала підхід до аналізу СЗРС як карт знань; вона також використовувала СЗРС у ході опитування вчителів щодо їх взаємодій з колегами в різних колективах;

- Роша (Rocha, 2018) перейменувала СЗРС на «Рефлексивне картографування системи ресурсів вчителя» (РКСР). На це було дві причини: по-перше, вона хотіла наголосити, таким чином, на ролі рефлексії, а, по-друге, використовуючи термін «картографування», передати поступовий характер дослідження невідомої (для дослідника, але певною мірою й для самого вчителя) «території». У своїх дослідження Роша просила вчителів зобразити РКСМ у різні моменти роботи з ними для того, щоб з'ясувати у якій мірі певна методика навчання або/та реформи (пов'язані з деякими ресурсами) приводять до «нового» РКСМ. Крім того, слідуючи п'ятому принципу (див. вище), Роша протиставляла вчителів із тою чи іншою РКСМ, що була ними розроблена, давши цьому процесу назву «Вивідне картографування системи ресурсів вчителя» (ІКСР), зроблене самим дослідником.

Крім зазначеного засобу, методологія рефлексивного дослідження розвивалась й у інших напрямках з метою якомога ближчого доступу, наскільки це можливо, до «справжньої» документальної роботи вчителів у той момент, коли вона має місце. Це означало спостереження за роботою вчителя не лише під час публічних епізодів взаємодії з ресурсами (наприклад, у класі), але й під час більш «інтимних» епізодів: наприклад, підготовки до року; календарного планування; перегляду конспектів уроків, що були проведені раніше тощо. Ці послідовні епізоди (починаючи з підготовки до уроку, закінчуючи аналізом проведеного уроку) записувалися на відео (Bellemain & Trouche, 2016), що давало доступ до жестів та слів вчителя в ході його документальної роботи (і таким чином, давало змогу зробити висновок щодо компонентів «схем» вчителя). Разом з цим, у процесі організації таких спостережень можуть виникати певні питання, зокрема:

- За яких «природних» умов вчитель може працювати самостійно із ресурсами та водночас описувати свою діяльність? Ванг (Wang, 2018) ввела поняття *партнера вчителя з документальної роботи* для ситуацій коли вчитель регулярно здійснює свою документальну роботу разом із колегою. Спостереження за парою вчителів, що працюють разом, дало доступ до їх пояснень та до деяких аспектів знань вчителів, що визначають їх документальну роботу (Trouche et al., 2019)

- Яким чином можна зберігати дані різного типу та великі за обсягом, отримані в результаті спостережень за документальною роботою вчителя? Це питання вивчалось у рамках проекту AnA.doc (Alturkmani et al., 2019) шляхом розробки прототипу електронної платформи. Дана платформа надає можливість зберігати відео, а також ресурси, що використовуються у документальній роботі вчителя або є її результатом, з метою їх подальшого аналізу та поширення (як зібраних даних так і їх аналізу) у межах наукового співтовариства.

Аналіз документальної роботи вчителя є складним процесом. П'ять принципів методології рефлексивного дослідження є основними орієнтирами щодо добору методологічних засобів. Разом з цим, дослідники, які керуються цими принципами, мають робити ретельний вибір цих засобів, щоб запобігти необмеженому зростанню обсягу зібраних даних. Наприклад, обмежитися критичними моментами у документальній роботі вчителів (див. поняття документального інциденту (Sabra, 2016); або критичними ресурсами у системі ресурсів вчителя (див. поняття *основного ресурсу*, Gueudet, 2017). Робота над методологічними та концептуальними питаннями досі триває.

## 6. Перспективи подальшого розвитку підходу

Документальний підхід до дидактики є достатньо новим теоретичним підходом у галузі математичної освіти. Поняття, що представлені у розділах 2 та 3 («ресурс», «документ», «документальний генезис»), на сьогоднішній день є вже достатньо ustalеними, натомість інші (наприклад, «системи ресурсів» та «системи документів») й досі перебувають у процесі розвитку. Серед питань, що потребують подальшого дослідження можна навести, зокрема, такі: чи існують типи структур документальних систем вчителів математики середньої школи, що можна було б співвіднести з певними професійними якостями цих вчителів? Чи можна говорити про спільні документальні системи, що використовуються групами вчителів (зокрема, спільнотами практики) (наприклад, Pepin & Gueudet, 2020)?

ДПД знайшов своє застосування у багатьох галузях, список яких з кожним роком розширюється. Він також використовується у дослідженнях, що стосуються різних рівнів освіти, починаючи від дошкільної освіти (Besnier 2019), закінчуючи університетом (Gueudet, 2017; Kock & Pepin, 2018), а також включаючи роботу викладачів, що займаються підготовкою майбутніх вчителів (Psycharis & Kalogeria, 2018). З точки зору дисциплін, ДПД використовувався в дослідженнях, що стосувалися процесу навчання таких експериментальних наук, як фізика та хімія (Hammoud, 2012), а також у процесі навчання мов (Québé, 2019). Які особливості документальної роботи вчителів та їх документальних систем у цих нових контекстах?

Використання ДПД у різних соціальних та культурних контекстах (наприклад, Бразилії, Китаї, Лівані, Норвегії, Сенегалі) також ставить питань щодо "культурного забарвлення" роботи вчителів із ресурсами: наприклад, термінології, що використовується вчителями у своїй повсякденній документальній роботі. Дослідження таких питань, що зумовлені різними історичними, соціальними та культурними умовами в яких працюють вчителі, може сприяти кращому розумінню взаємодії вчителів з ресурсами та поглибленню понять ДПД.

Серед останніх досліджень треба відмітити також дослідження, присвячені вивченню роботи студентів з ресурсами (наприклад, Kock & Pepin, 2018), та зв'язкам ДПД з іншими теоретичними підходами (наприклад, Gueudet & Pepin, 2018; Trouche, Gitirana, Miyakawa, Pepin, & Wang, 2019). Наприклад, у Теорії дидактичних ситуацій (Brousseau, 1998) введено поняття *milieu* (середовища), що включає всі об'єкти, з якими взаємодіє учень у певній ситуації. Ці об'єкти можна розглядати як ресурси. Які наслідки встановлення таких теоретичних зв'язків ?

З розширенням спектру феноменів у викладанні та навчанні, що вивчаються з використанням ДПД, подальшого розвитку зазнають його поняття та методи. Це можна помітити у численних публікаціях та виступах на спеціалізованих конференціях, що присвячені ДПД (наприклад, Re(s)ources 2018 International Conference, Gitirana et al., 2018 та Trouche, Gueudet & Pepin, 2019). Такі наукові заходи і публікації дають змогу визначити "відсутні ресурси", що потребують розробки (Trouche, 2019), а також окреслити шляхи подальшого розвитку підходу.

### Бібліографічні джерела:

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.
- Alturkmani, M., Daubias, P., Loisy, C., Messaoui, A., & Trouche, L. (2019). Instrumenter les recherches sur le travail professeur : le projet AnA.doc. *Education & didactique*, 13(2), 31-60.
- Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 30(3), p. 14–17, 20–22, 43–46.
- Bellemain, F., & Trouche, L. (2016). *Comprendre le travail des professeurs avec les ressources de leur enseignement, un questionnaire didactique et informatique*, conférence invitée au premier symposium latino-américain de didactique des mathématiques, Bonito, Brazil, 3 novembre, <https://drive.google.com/file/d/0B6OphkgfrkD3ZFRtTDJ2anRfSWM/view>
- Besnier, S. (2019). Travail documentaire des professeurs et ressources technologiques : le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle. *Education & Didactique*, 13(2), 119-153.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Brown, M. W. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17–36). New York: Routledge.
- Chevallard, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In G. Arsac, Y. Chevallard, J.-L. Martinand, & A. Tiberghien (Eds), *La transposition didactique à l'épreuve*. (pp. 135-180). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Cooney, T. J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163–187.
- Gitirana, V., Miyakawa, T., Rafalska, M., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (Eds.) (2018). *Proceedings of the Re(s)ources 2018 international conference*. ENS de Lyon, accessible à <https://hal.archives->

[ouvertes.fr/hal-01764563](https://ouvertes.fr/hal-01764563)

Gueudet, G. (2017). University Teachers' Resources Systems and Documents. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* 3(1), 198-224.

Gueudet, G. (2019). Studying Teachers' Documentation Work: Emergence of a Theoretical Approach. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (pp. 447-489). Cham: Springer – Vidéo de la conférence ayant donné naissance à ce chapitre, sous-titrée en français, à cette adresse [http://video.ens-lyon.fr/life/2018/2018-05-28\\_003\\_Ressources2018\\_Ghislaine\\_Gueudet\\_v1.fra.mp4](http://video.ens-lyon.fr/life/2018/2018-05-28_003_Ressources2018_Ghislaine_Gueudet_v1.fra.mp4)

Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Didactic contract at university: a focus on resources and their use. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* 4(1), 56-73.

Gueudet, G., Pepin, B., & Trouche, L. (Eds.) (2012). *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*. New York: Springer.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des professeurs : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*, 2(3), 7-33

Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199-218.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. In G. Gueudet, & L. Trouche (dir.) *Ressources vives. La documentation des professeurs en mathématiques* 57-74, INRP et PUR

Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.

Guin, D., Ruthven, K., & Trouche, L. (Eds.) (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument*. New York: Springer.

Hammoud, R. (2012). Le travail collectif des professeurs en chimie comme levier pour la mise en œuvre de démarches d'investigation et le développement des connaissances professionnelles. Contribution au développement de l'approche documentaire du didactique. Thèse de l'Université Lyon 1. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00762964>

Kock, Z.-J., & Pepin, B. (2018). Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. Presentation at *INDRUM conference*, Kristiansand April 2018.

Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM Mathematics Education*, 49(5), 645- 661.

Pepin, B., & Gueudet, G. (2018) Curriculum resources and textbooks in mathematics education. In Lerman, S. (ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer.

Pepin, B., & Gueudet, G. (2020). Studying Teacher Collaboration with the Documentational Approach: From Shared Resource to Common Schemes? In H. Borko, & D. Potari (Eds.) *ICMI study 25 Proceedings. Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups*. Lisbon, Portugal.

Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (2013). Re-sourcing teachers' work and interactions: a collective perspective on resources, their use and transformations. *ZDM Mathematics Education*. 45(7), 929-944.

Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2017). Refining teacher design capacity: Mathematics teachers' interactions with digital curriculum resources, *ZDM Mathematics Education*, 49(5), 799-812, <http://rdcu.be/tmXb>

Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). Comprendre l'intégration de ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles. *Recherches en didactique des mathématiques*. 31(2), 151-189.

Psycharis, G., & Kalogeria, E. (2018). Studying the process of becoming a teacher educator in technology-enhanced mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(6), 631-660. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9371-5>

Quéré, N. (2019). Les effets du travail de conception collaboratif entre professeur.e.s et chercheur.e.s : une étude de cas en anglais. *Recherches En Education*, 38, 32-46.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.



- Ravel, L. (2005). Des programmes à la classe : Etude de la transposition didactique interne. Exemple de l'arithmétique en Terminale S spécialité mathématique, In C. Castela & C. Houdement (Eds.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques, Année 2004*, (pp.193-222).Paris : IREM Paris VII et ARDM.
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211–246.
- Rocha, K. (2018). Uses of Online Resources and Documentational Trajectories: the Case of Sésamath. In L. Fan, L. Trouche, S. Rezat, C. Qi, & J. Visnovska (Eds.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues* (pp. 235-258). Springer.
- Sabra, H. (2016). L'étude des rapports entre documentations individuelle et collective : incidents, connaissances et ressources mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36(1), 49-95.
- Salaün, J.-M. (2012). *Vu, lu, su. Les architectes de l'information face à l'oligopole du Web*. Paris : La Découverte.
- Trouche, L. (2016). Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France. In J. Monaghan, L. Trouche, & J.M. Borwein, *Tools and mathematics, instruments for learning* (pp. 219-256). New York: Springer.
- Trouche, L. (2019). Evidencing missing resources of the documentational approach to didactics. Towards ten programs of research / development for enriching this approach. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (pp. 447-489). Cham: Springer – Vidéo de la conférence ayant donné naissance à ce chapitre, sous-titrée en français, à cette adresse [http://video.ens-lyon.fr/ife/2018/2018-05-30\\_009\\_Ressources2018\\_Luc\\_Trouche\\_v1.mp4](http://video.ens-lyon.fr/ife/2018/2018-05-30_009_Ressources2018_Luc_Trouche_v1.mp4).
- Trouche, L., Gitirana, V., Miyakawa, T., Pepin, B., & Wang, C. (2019). Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: towards a deeper understanding of the processes at stake. *International Journal of Educational Research* 93, 53-67, retrieved on February 21st at <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.002>
- Trouche, L., Gueudet, G. & Pepin, B. (2018). Documentational Approach to Didactics, *Encyclopedia of mathematics education*. Lerman, S. (ed.). Cham: Springer, 11 p. 100011
- Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (Eds.) (2019). *The Resource approach to mathematics education*. New York: Springer.
- Vergnaud, G. (1998). Toward a cognitive theory of practice. In A. Sierpiska, & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 227–241). Dordrecht: Kluwer.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press (Original work published 1934).
- Wang, C. (2018). Mathematics teachers' expertise in resources work and its development in collectives. A French and a Chinese Cases. In Fan, L., Trouche, L., Rezat, S., Qi, C., & Visnovska, J. (Eds.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues* (pp. 193-213). Springer.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New-York: Cambridge University Press.