

Віртуальні лабораторії та навчання на практиці

Підтримка інтеграції технологій у вищу освіту

Мануела Кабесас

Технологічний університет

Монтевідео, Уругвай

manuela.cabezas@utec.edu.uy

Паоло Гонсалес

Технологічний університет

Монтевідео, Уругвай

paolo.gonzalez@utec.edu.uy

АНОТАЦІЯ

У цій статті ми досліджуємо деякі уроки, отримані після впровадження нового технологічного середовища, призначеного для підтримки навчання студентів. Запрошуючи викладачів взяти участь в обговоренні технології, виникла низка роздумів про конкретні інтереси та обставини наших викладачів, а також про потенційне використання віртуальних лабораторій у вищій освіті. Ми виявили певні проблеми, пов'язані з відсутністю практичного досвіду активного навчання, доступного для викладачів, зокрема щодо використання нових технологій у викладанні. Іншими словами, викладачів у вищих навчальних закладах просять мотивувати студентів за допомогою активного навчання та технологій, але вони рідко отримують мотивацію, «працюючи» самостійно. На основі використання лабораторій віртуальної реальності для біологічних наук,

КОНЦЕПЦІЇ CCS

🔗 Прикладна обчислювальна техніка 🔄 Інтерактивні навчальні середовища; Спільне навчання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Інтеграція технологій, віртуальні лабораторії, вища освіта

Довідковий формат ACM:

Мануела Кабесас і Паоло Гонсалес. 2019. Віртуальні лабораторії та навчання на практиці, що підтримує інтеграцію технологій у вищу освіту. в . ACM, Нью-Йорк, Нью-Йорк, США, 5 стор.

Дозвіл на створення цифрових або друкованих копій усієї цієї роботи або її частини для особистого використання чи використання в класі надається безкоштовно за умови, що копії не створюються та не розповсюджуються з метою отримання прибутку чи комерційної вигоди, і що копії містять це повідомлення та повну цитату на першій сторінці. . Слід дотримуватися авторських прав на компоненти цієї роботи, що належать іншим особам, ніж ACM. Допускається реферування із зазначенням джерел. Щоб копіювати іншим чином або повторно публікувати, розміщувати на серверах або розповсюджувати в списках, потрібен попередній окремий дозвіл і/або плата. Запитайте дозволу на permissions@acm.org.

''

→ Асоціація обчислювальної техніки.

1. ВВЕДЕННЯ

З початку тисячоліття технологічні інновації та цифрові технології зокрема стали рушійною силою зростання та суспільних змін [Castells 2000]. Зважаючи на ці зміни, цифрові інновації та технології часто описують як трансформаційні та руйнівні [Сердюков 2017]. Однак, як правило, це не так у викладанні та навчанні у вищій освіті, де використання технологій та інновації, як правило, є поверхневими, а старі педагогічні практики зберігаються [Balasubramanian et al. 2009 рік; Лай 2011; Lillejord та ін. 2018 рік; Сердюков 2017]. Цю тенденцію називають «розчаровуючим», «повільним» і «дефіцитом інновацій» у вищій освіті [Balasubramanian et al. 2009 рік; Лай 2011; Сердюков 2017]. Щоб вийти за межі поверхневої інтеграції технологій, дослідники та практики закликають до глибшого розуміння того, як студенти навчаються в технологічному середовищі, підтримуючи нові орієнтовані на студента та орієнтовані на педагогіку освітні парадигми [Lai 2011; Сердюков 2017]. Іншими словами, оскільки технологія займає центральне місце, нам потрібно визначити потенціал цифрових технологій у зв'язку з «її здатністю підтримувати більш інтерактивний та комунікативний процес» [Lai 2011], сторінка 1269, таким чином, щоб це було справді « педагогічно, психологічно та соціально значущим і ефективним» [Сердюков 2017] стор. 15. Для підтримки педагогічних підходів, особливо у зв'язку з новими технологіями та цифровою інтеграцією, урок із останньої літератури полягає в тому, що ключове питання не обов'язково полягає в тому, яка технологія або скільки її використовується, а точніше, як і з якою метою [Lai 2011; Сердюков 2017; Viberg та ін. 2019].

2. БАЗА ДОКАЗІВ ТА ДОСВІДУ

Технологічний університет Уругваю (УТЕС) є державною установою, що працює в національних кампусах по всій країні. З 2014 року УТЕС пропонує курси та програми, які відповідають потребам місцевих громад. З моменту свого заснування УТЕС прагнув збільшити використання технологій та онлайн-навчання. Як дизайнери та технічні спеціалісти, які навчаються, ми збираємося сприяти процесу інтеграції, надаючи рішення, поради та технічні

підтримка регіональних центрів університетів та окремих викладачів. Наші зусилля не завжди такі плідні, як ми сподівалися, що відображає проблеми, згадані у вступному розділі цієї статті. Не дивно, що ми бачимо, як інституційне прийняття рішень щодо впровадження та використання технологій стає все більшою сферою критичних досліджень у вищій освіті [Holmes and Kozlowski 2015]. Хоча існує загальна згода щодо вирішальної ролі програм професійного розвитку, шлях уперед не завжди зрозумілий [Baran 2016; Холмс і Козловський 2015; Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019]. Існує велика кількість доказів ефективності технологічної інтеграції в програмах підготовки вчителів K12 [Lock et al. 2019]. І навпаки, специфічні потреби викладачів і співробітників університету, та ефективності ініціатив технічної інтеграції у вищій освіті приділялося набагато менше уваги [Holmes and Kozlowski 2015; Lillejord та ін. 2018 рік; Лок та ін. 2019]. Експерти пропонують програми, які наголошують на складних факторах, таких як сприйняття вчителів, брак часу, навички проектування та інституційна підтримка [Baran 2016; Холмс і Козловський 2015; Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019 рік; Вей та ін. 2009]. Важливість мотивації як рушійної сили для інновацій у класі також підкреслюється в контексті вищої освіти [Blaskova et al. 2014]. Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019 рік; Вей та ін. 2009]. Важливість мотивації як рушійної сили для інновацій у класі також підкреслюється в контексті вищої освіти [Blaskova et al. 2014].

Наші внутрішні оцінки виявляють різницю між сприйняттям і розумінням технологій навчання викладачів нашого університету та їх практикою викладання. Ця дистанція між «знанням» і «робленням» підтверджується великомасштабними дослідженнями [Ebert-May et al. 2011]. Відстань між теорією та практикою є ключовим компонентом більшості програм підготовки та професійного розвитку вчителів K12, і вона розглядається безпосередньо через польовий досвід (практикум) [Ebert-May et al. 2011 рік; Вей та ін. 2009]. Це не стосується викладачів. Дійсно, польовий досвід багатьох викладачів і професорів університетів обмежується ізольованими технологічними семінарами та педагогічними семінарами, з незначним або відсутнім доступом до активного, практичного досвіду використання педагогічних технологій [Lock et al. 2019]. Певною мірою це упущення можна пояснити самосприйняттям університетів та окремих науковців як виробників академічних знань. Академічне знання можна описати як рефлексивну практику в тому сенсі, що воно рухається між контекстуалізованим і деконтекстуалізованим знанням, до абстракції та узагальнення. Для деяких існує епістемологічна різниця між академічним та іншими формами знання [Lyotard 1984]. Як стверджує Лоріяр, університетське навчання

є «по суті риторичною діяльністю» [Laurillard 2001] стор. 28.

Ми б стверджували, що, незважаючи на те, що в академічних лекціях, безсумнівно, є багато випадків риторики, неспроможність привернути увагу науковців, коли йдеться про технології, не обов'язково тому, що вони цього не хочуть. Базуючись на доказах і контексті UTEC, ми припускаємо, що викладачі університетів отримують найкращу підтримку, якщо вони можуть досліджувати технології «на практиці», але в технологічному середовищі, яке відповідає їхній галузі знань і досліджень. Це пояснюється тим, що викладачі університетів є вчителями-науковцями, і, як такі, їхня мотивація знаходиться в межах їхньої галузі знань. Під цим ми маємо на увазі, що технологія повинна використовуватися навмисно для вивчення знань і досліджень, пов'язаних із конкретною дисципліною. Ми стверджуємо, що наше завдання як «технічної» та дизайнерської підтримки полягає у співпраці з науковцями для виявлення таких потенційних «мотиваційних» технологічних середовищ навчання та надання їм ресурсів і технічного «ноу-хау» для дослідження та прийняття рішення про те, як це середовище слід використовувати. Такі навчальні простори можуть бути розроблені в контексті програм професійного розвитку викладачів із залученням викладачів, студентів, розробників педагогічних програм, технічних розробників та інших ключових інституційних зацікавлених сторін [Baran 2016; Холмс і Козловський 2015; Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019]. педагогічні розробники, технічні розробники та інші ключові інституційні зацікавлені сторони [Baran 2016; Холмс і Козловський 2015; Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019]. педагогічні розробники, технічні розробники та інші ключові інституційні зацікавлені сторони [Baran 2016; Холмс і Козловський 2015; Лок та ін. 2019 рік; Viberg та ін. 2019].

Зважаючи на це, навчальне середовище віртуальної реальності (VRLE) як віртуальні наукові лабораторії є природною технологією, яку слід досліджувати разом із біонауковцями. Тому ми пропонуємо використовувати віртуальну лабораторію як «навчальний простір» для професорів і викладачів пов'язаних з лабораторією дисциплін, поєднуючи спеціальні знання та навички з практичним досвідом використання технологій для підтримки навчання студентів.

3 НАЛАШТУВАННЯ VRLE В UTEC

У 2018 році UTEC розробив своє перше 3D-середовище для підтримки навчання студентів. Основною метою було створити 3D-простір, до якого мали б доступ усі студенти лабораторних дисциплін у трьох регіональних кампусах університету. Забезпечення педагогічного персоналу освітньою технологією також дозволить їм досліджувати технологію змішаного навчання та підходи до перевернутого класу в лабораторному навчанні. Найперша версія була розроблена з використанням 360-градусної камери для запису лабораторних зон разом із мобільним додатком для Android. Однак оригінальна версія віртуальної лабораторії була обмежена у своїй функціональності через низьку зручність використання її інтерфейсу, що ускладнювало роботу та взаємодію не лише для викладачів, а й для студентів, щоб отримати доступ.

¹Протягом 2019 року ми аналізували онлайн-опитування викладачів, анкети семінарів і дані LMS.

Віртуальні лабораторії та навчання на практиці Підтримка інтеграції технологій у вищу освіту

Оригінальна версія була оновлена у 2019 році, коли Університет придбав нову 3D-камеру з інтегрованим веб-програмним забезпеченням. У березні цього року наші співробітники відвідали п'ять різних кампусів із лабораторними дисциплінами, щоб скласти карту та записати фізичні простори. Відтворені середовища було завантажено на онлайн-сайт, який використовується для цифрових освітніх ресурсів і середовищ: red.utec.edu.ly. Невелику кількість викладачів попросили співпрацювати за допомогою системи тегів, щоб редагувати віртуальні простори відповідно до особливостей кожної дисципліни чи програми, переконавшись, що інформація була корисною та відповідала їхнім потребам. Ці вчителі отримали дані для входу та підтримку, щоб переконавшись, що вони зможуть виконати завдання. У поточній системі студенти не можуть редагувати віртуальні простори, однак, система тегів дає змогу студентам досліджувати тривимірні простори, шукати інформацію та ідентифікувати важливі зони та лабораторне обладнання. Інформація в системі тегів включає текст і зовнішні посилання (зображення, відео, книги тощо), які вчителі можуть посылати на будь-яку область, обладнання та інструменти, знайдені у віртуальному просторі. До кінця травня цього року всі тривимірні простори було відрендерено, а вчителі почали редагувати та завантажувати інформацію в Інтернет. Враховуючи складність створення нового VRLE для університету з кількома кампусами, ми впевнені, що процес налаштування був успішним. Як ми зазначали у вступі, проблема зараз полягає в тому, щоб навіколишнє середовище запрацювало. Інформація в системі тегів включає текст і зовнішні посилання (зображення, відео, книги тощо), які вчителі можуть посылати на будь-яку область, обладнання та інструменти, знайдені у віртуальному просторі. До кінця травня цього року всі тривимірні простори було відрендерено, а вчителі почали редагувати та завантажувати інформацію в Інтернет. Враховуючи складність створення нового VRLE для університету з кількома кампусами, ми впевнені, що процес налаштування був успішним. Як ми зазначали у вступі, проблема зараз полягає в тому, щоб навіколишнє середовище запрацювало. Враховуючи складність створення нового VRLE для університету з кількома кампусами, ми впевнені, що процес налаштування був успішним. Як ми зазначали у вступі, проблема зараз полягає в тому, щоб навіколишнє середовище запрацювало. Враховуючи складність створення нового VRLE для університету з кількома кампусами, ми впевнені, що процес налаштування був успішним. Як ми зазначали у вступі, проблема зараз полягає в тому, щоб навіколишнє середовище запрацювало. Враховуючи складність створення нового VRLE для університету з кількома кампусами, ми впевнені, що процес налаштування був успішним. Як ми зазначали у вступі, проблема зараз полягає в тому, щоб навіколишнє середовище запрацювало.

4 ЗАПУСК V-LAB

Існує чимало доказів переваг використання VRLE для навчання [Wang et al. 2015]. Зокрема, виявлено, що VRLE покращує результати іспитів студентів [Lewis 2014]. Однак це відбувається за умови, що VRLE повністю розроблено, а сеанси VR сплановані та виконані експертами [Lewis 2014]. На даний момент наші V-лабораторії не включають складну взаємодію та симуляції, подібні до тих, які ми бачимо в комерційних VRLE, доступних на ринку². Однак ця технологія зручна для користувача і може використовуватися для складних навчальних дій, які можуть бути окремими або частиною експериментів, що проводяться в реальних фізичних лабораторіях. Але минав час, а ніхто з викладачів не запускав лабораторії. Першим кроком на цьому етапі було обговорення з викладачами біонаук/науковцями, які брали участь у процесі запису та налаштування лабораторій, щоб дізнатися, чи використовували вони якусь частину технології та чи розмірковували вони про будь-які потенційні використовує. Виявилось, що лабораторії в основному розглядалися як хороший інструмент охоплення, який використовувався для мотивації учнів середньої школи та інших

²Подивіться, наприклад, нагороджену компанію labster.com

майбутнім студентам подавати документи до університету. Тепер вони змогли показати зовнішній аудиторії віртуальний тур університетом, а особливо науковими лабораторіями. Лабораторії не використовувалися для підтримки навчання.

Отримавши цю інформацію, ми повернулися до технології, щоб дослідити функціональні можливості, які, на нашу думку, могли б мати освітній потенціал, а пізніше провели додаткові розмови з викладачами. Цього разу у нас було багато запитань про те, що відбувається в науковій лабораторії на їхній годинник: «З чого ви починаєте?», «Як ваші студенти дізнаються про обладнання?», «Що ви хочете, щоб вони дізналися?» і «Як ця інформація доходить до них?» були деякі з питань, які ми задавали. Наприкінці дня ми побачили, що вчителі дійсно бачили потенційні можливості використання цієї технології, але, можливо, не були впевнені в тому, як використовувати конкретні функції або що насправді можна з ними зробити. Завдяки нашим розмовам ми всі зрештою краще зрозуміли, як технологія може підтримувати уроки до, під час і після відвідин лабораторії. Ми змогли прийти до деякого продуктивного розуміння того, як віртуальні лабораторії в їх поточній формі можуть підтримувати навчання в біологічних науках в UTEC. Деякі приклади того, що ми обговорювали з викладачами:

Лабораторні протоколи

Коли нові студенти починають будь-який курс, який включає лабораторні роботи, вони присвячують деякий час і свій перший візит до лабораторії, дізнаючись про безпеку, лабораторні практики та протоколи. Вони повинні навчитися захищати себе та інших від потенційної небезпеки, а також правильно та безпечно використовувати обладнання та аксесуари. Хоча вчителі можуть ознайомитися з такою інформацією в класі, і її можна роздати учням під час їхнього першого візиту до лабораторії, є багато нової інформації, яку потрібно запам'ятати, і мало часу, щоб пройти через усі приміщення, обладнання, процедури та аксесуари. У віртуальній лабораторії вчителі можуть використовувати зображення та відео за посиланнями, щоб оживити уроки протоколу. Наприклад, відеоінструкції з обладнання, мікроскопічні зображення, або відео з експериментальними процедурами можна позначити тегами для певного обладнання чи зон у віртуальному просторі; все це можна досліджувати з будь-якого місця, у будь-який час і стільки разів, скільки потрібно.

Результати експерименту

Інше можливе використання, яке вчителі визнали цінним, це можливість завантажити результати експерименту у віртуальну лабораторію. Це тому, що деякі експерименти потребують часу, щоб показати результати, і, як наслідок, процес аналізу може сприйматися деякими учнями як не пов'язаний із процесом. На відміну від учених, які цілий день проводять у лабораторіях і поза ними, деякі студенти будуть у лабораторії лише короткий проміжок часу,

і не допускати назад до наступного експерименту чи процедури. Зазвичай вчителі просто діляться результатами експерименту зі студентами через LMS, які потім студенти можуть аналізувати. Наявність віртуальної лабораторії означає, що вчителі можуть завантажувати записи або дані результатів на спеціальне обладнання, дозволяючи студентам відчувати реальну роботу вченого; доведеться повернутися до віртуальної лабораторії наступного дня, щоб перевірити, що сталося з організмами, сполуками, речовинами тощо.

Розваги науки у V-lab

Найцікавіша розмова, якою ми поділилися з учителями, була про те, як віртуальна лабораторія може зробити науку цікавою. Вчені мають цілісне розуміння своєї науки, яке пов'язує лабораторну роботу з результатами, графіками, розрахунками та аналізом і подальшим тестуванням. Студенти отримують фрагментоване уявлення про цей світ, головним чином через витрати, пов'язані з лабораторіями, особливо з «мокрими» лабораторіями. Вчителі перетворюють прикладні знання та «роблення» на теоретичне навчання приблизно «роблення». Вчителі описували це як перетворення чогось веселого на щось нудне. Наприклад, один науковець пояснив, що вони навчають усіх методів, таких як, наприклад, секвенування ДНК, навіть не заходячи в лабораторію. І незважаючи на їхні всілякі спроби зробити це цікавим, уроки часто будуються навколо глибоко деконтекстуалізованих і абстрактних знань. Віртуальні лабораторії можна використовувати для навчання, наприклад, секвенування ДНК, дозволяючи студентам отримати цілісне, контекстуальне розуміння того, як усі кроки поєднуються, як вони пов'язані з теорією та результатами, які вони дають. Дійсно, система тегів може бути використана вчителями для створення навчального шляху, який відображає інформацію у віртуальній лабораторії. Після того, як студент вибрав зразок і визначив машину, яку він повинен використовувати для початку процесу, учитель може підготувати тег із посиланням на 3D-анімацію, яка показує учневі, що відбувається із зразком всередині машини на молекулярному рівні. Як і науковець, студент може отримати візуальне, практичне, цілісне уявлення про конкретну процедуру тестування.

5 РОЗУМІННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІННОВАЦІЯ

Особливо щодо цієї технології та її інтеграції у вищу освіту слід звернути увагу на деякі важливі моменти. Як ми зазначали на початку статті, інтеграція технологій у вищу освіту є складним, багаторівневим процесом. Технологія V-lab, досліджена в цьому документі, допомагає проілюструвати важливість урахування специфіки вищої освіти, а також того, який академічний зміст викладають і як його викладають академічні викладачі:

По-перше, це відсутність можливостей для вчених практикувати та досліджувати стратегії активного навчання (з технологіями та без них). Вищі навчальні заклади, як правило, покладаються на інновації в класі окремих викладачів і висувають загальні вимоги до певної практики викладання, яку викладачі повинні спочатку засвоїти на практиці. Отже, перш ніж вчителі зможуть застосовувати технологічне навчання, вони повинні практикувати технологічне навчання. Або іншими словами: вчені, які викладають, повинні мати свої «практикуючі лабораторії викладання», щоб навчатися «на практиці».

По-друге, коли ми вводимо технологію, ми повинні враховувати, як будь-яке використання технології може бути релевантним для конкретної дисципліни. Дійсно, марно проводити семінари про важливість цілей навчання, якщо ми також не створимо простору для поєднання теорії з практикою, і хоча теорія може залишатися загальною, практика завжди залежить від конкретного змісту. Дійсно, одну й ту саму технологію можна використовувати абсолютно різними способами та для різних цілей залежно від дисципліни та її практики. Після того, як віртуальну лабораторію було створено та запущено, почалося складне завдання роботи з науковцями, де віртуальну лабораторію потрібно перетворити на простір навчання не для студентів, а для викладачів і дослідників. Навчання є активним, шляхом обговорення дидактики біологічних наук, технологій віртуальної лабораторії та передбачуваного досвіду студентів.

Серйозне ставлення до мотивації викладачів вищих навчальних закладів означає відкриття простору для співпраці між нашим техніко-орієнтованим поглядом і їхнім досвідом у конкретній дисципліні. Наше завдання полягає в тому, щоб придумати лаконічні та практичні ідеї для віртуальної лабораторії, щоб викладачі могли побачити відповідність їхнім академічним знанням. Мета нашої спільної роботи полягає в тому, щоб залучити науковців до використання педагогічно орієнтованих технологій, в надії пробудити їхню цікавість і мотивацію до вивчення інших функціональних можливостей і подальшого розвитку їхніх ідей у справжньому «навчальному досвіді». Процес співпраці є пусковим механізмом для таких практик навчання в UTEC, що означає, що тепер ми повинні взяти на озброєння отримані уроки та створити більше спільних технологічних навчальних просторів, доступних для наших викладачів для практики викладання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Кі Баласубраманиан, У. Кларк-Ока, Дж. Деніел, Ф. Ферейра, А. Канвар, А. Кван, Дж. Лесперанс, Дж. Маллет, А. Умаранд і П. Вест. 2009. ІКТ для вищої освіти: довідковий документ від Commonwealth of Learning. Париж: ЮНЕСКО (2009). Еврім Баран. 2016. Розслідування технології наставництва викладачів як загальноуніверситетська модель професійного розвитку. Журнал обчислювальної техніки у вищій освіті, 28(1) (2016), 45–71. Мартіна Бласкова, Бласко Р. та Кухарчикова А. 2014 р. Конкурс тенденцій і компетентнісної моделі викладачів ВНЗ. Procedia-Соціальні та поведінкові науки, 159 (2014), 457–467.

- Мануель Кастельс. 2000 рік. Розквіт мережевого суспільства. Оксфорд: Блеквелл.
- Даян Еберт-Мей, Дертінг Т.Л., Ходдер Дж., Момсен Дж.Л., Лонг Т. М., and Jardeleza SE 2011. Те, що ми говоримо, не те, що ми робимо: Ефективна оцінка програм професійного розвитку викладачів. *BioScience*, 61(7) (2011), 550–558.
- Кортні М. Холмс і Козловський. 2015. Технічна підтримка: Реал. підвищення кваліфікації, щоб допомогти викладачам вищої освіти викладати за допомогою технологій. *Журнал безперервної освіти та професійного розвитку*, 2(1) (2015), 9–20.
- Квок-Вінг Лай. 2011. Цифрові технології і культура Росії викладання та навчання у вищих навчальних закладах. *Австралійський журнал освітніх технологій*, 27(8). (2011).
- Даян Лоріяр. 2001. Переосмислення університетського викладання: кон-універсальна основа для ефективного використання технологій навчання. Нью-Йорк/Лондон: Routledge (2001).
- Девід Льюїс. 2014. Педагогічні переваги та підводні камені вір-інструменти для викладання та вивчення лабораторних практик у біологічних науках. *Академія вищої освіти: STEM* (2014).
- Солві Ліллейорд, Борте К., Несьє К. та Рууд Е. 2018 р. Навчання і викладання з використанням технологій у вищій освіті систематичний огляд. www.kunnskapscenter.no. Осло: Освітній центр знань, (2018).
- Дженніфер Лок, Джонсон С., Альтовайрікі Н., Бернс А., Хілл Л. та Островський СР 2019. Посібник із дослідження педагогіки змішаного навчання та професійного розвитку у вищій освіті. Глава Підвищення можливостей викладача шляхом редизайну середовищ онлайн-практикумів із використанням універсального дизайну для навчання, 1–20.
- Жан-Франсуа Ліотар. 1984. Стан постмодерну: ре-порт на Знаннях. Манчестер: Manchester University Press (1984).
- Петро Сердюков. 2017. Інновації в освіті: що працює, що не робить, і що з цим робити?, 10(1). *Журнал досліджень інноваційного викладання та навчання* (2017), 4–33.
- Ольга Віберг, Белтер О., Гедін Б. та Різе Е. та Мавруді А. 2019. Педагогічні розробники факультету як засоби вдосконалення технологій навчання. *Британський журнал освітніх технологій*, 50(5) (2019), 2637–2650.
- Jingying Wang, Guo D. і M. Jou. 2015. Дослідження ефектів модельної дослідницької педагогіки щодо навичок опитування студентів у віртуальній фізичній лабораторії. *Комп'ютери в людській поведінці* том. 49, (2015), 658–669.
- Рут К. Вей, Дарлінг-Хаммонд Л., Андрі А., Річардсон Н., та Орфанос С. 2009. Професійне навчання в навчальній професії: звіт про стан розвитку вчителів у США та за кордоном. Технічний звіт. Національна рада розвитку персоналу. (2009).