

數學師資生在電腦輔助學習環境下設計數學課程：

教案分析與比較

Mathematics Teacher-education Students' Lesson-design Practice in a Computer-supported Learning Environment: An Analysis and Comparison of Lesson Plans

江釗池

CHIANG, CHUAN CHIH

國立政治大學 教育學系碩士班 研究生

National Chengchi University of Department of Education Master Student

E-mail : 107152012@nccu.edu.tw

摘要

本研究觀察數學師資生在數學教材教法課程中進行教案設計，使用線上知識論壇進行互評及回饋，並在電腦輔助學習環境下學習知識翻新原則，將知識翻新原則應用於設計課程。課程中每一位學生進行兩次教案設計，研究者比較前後兩次數學教案，觀察知識翻新原則如何改變師資生設計教案歷程。使用 Vygotsky 活動理論架構分析教案設計歷程，觀察電腦輔助環境是否有助於師資生教案設計，並比較知識翻新原則是否改變師資生撰寫教案模式。由師資生將教案上傳至 Knowledge Forum 平台互相觀摩，研究者依師資生上傳教案進行資料蒐集，結果顯示電腦輔助學習環境讓師資生們能不受限於教室內討論，充分理解知識翻新原則後改變原有「介紹-演練-活動」的教學模式。

關鍵字：數學教材教法、活動理論、知識翻新、電腦輔助學習

Abstract

This study presents an analysis that compares pre-post lesson plans by mathematics teacher-education students before and after the a math teaching-training course. During the course, the students learn a sets of princeples for knowledge building in a computer-supported learning environment and used Knowledge Forum as a tool to provide feedback and perform self-evaluation. Based on the differences between their first and second lesson plans, the researcher tried to examine whether the knowledge building principles change the process and outcomes of lesson design via the coding of Vygotsky's 'activity theory'. Researcher collected students' teaching plans from Knowledge Forum. The results show that the computer-supported learning environment allows students to change the "teaching-exercise-activity" model.

Keywords : teaching materials and methods of mathematics, activity theory, knowledge building, computer-supported learning

壹、前言

一、研究背景

隨著科技時代的來臨，教育現場多了許多輔助教學的數位教具，如電子白板、電子講桌、單槍投影幕等，結合可攜式裝置如手機、平板、筆記型電腦搭載 Kahoot、Slide 進行即時回饋互動，數學動態軟體 KSEG、GeoGebra 實用於函數及幾何教學上，學生頻繁地使用科技產品輔助數學科目學習，配合即將施行的 108 新課綱，教育部以三面九項素養取代學習目標，提出策略「確保師生使用雲端教育資源，普及運用學習裝置」，也因應時代的變遷設立科技領域，每一位學生在適性且友善的學習環境中，培養「做、用、想」的能力並具備 21 世紀所需的核心素養。（教育部，2016）本研究使用 Knowledge Forum 作為線上學習平台，供師資生在線上進行討論與學習。

二、研究目的與待答問題

數學教師紛紛投入特色課程的研發與教學，準備迎接即將啟動的新課綱，因此數學教師應具備設計數學特色教案並教學之能力，回到數學師資培育的源頭，師培課程「數學教材教法」為職前教師必修課程，本課程以電腦輔助學習環境進行教學，進行兩次數學課程教案設計並實際教學，由 Knowledge Forum 線上的互動與觀摩，讓數學師資生具備設計特色課程教案的教師專業能力。特色課程立基於學校及社區資源，結合學生與教師共識，發展具特色、價值、文化的課程。（林志成等，2013）

本研究使用 Vygotsky 活動理論框架中的工具（tool），人類是利用語言或心智工具來連結人之間的關係，其中最重要的就是語言（Vygotsky, 1978）。探討師資生使用知識翻新（knowledge building）原則設計數學課程的歷程改變，課程初由師資生自由設計數學教案，接著讓師資生充分理解知識翻新的原則後，使用知識翻新的原則完成第二次教案設計。研究者相信師資生能從兩次設計教案及知識翻新學習中開展特色課程的設計方法，跳脫過去典範式、教師中心的教學模式，同儕互相激盪想法並分享彼此的課程。微型教學環境提供「角色扮演」、「聚焦演練」及「立即回饋」的功能（Clifford, Jorstad, & Lange, 1977），給予師資生扮演教師磨練教學專業的環境，同時也有機會扮演學生易位反思同儕的教學方式，立即的回饋給予下次教學的改進方針，有利於學習數學教材教法之內涵。

綜上所述，本研究待答問題有二：

- (一)電腦輔助學習環境是否有助於教案設計學習？
- (二)知識翻新原則是否改變師資生教案設計模式？

貳、文獻探討

一、活動理論

活動理論 (activity theory) 源於 Vygotsky (1978) 提出的中介活動三角形 (圖 1)，由主體、客體及工具組成，接著由 Engeström (1987) 擴充規則、社群及成員分工等三元素 (圖 2)。活動理論被用來分析人類社會生活中的各種行為，主體有意識地達成某個目標時，使用的工具、遵循的規則、所屬的社群及成員的分工便形成了此活動理論架構，各元素間有著緊密且互相影響的關係。

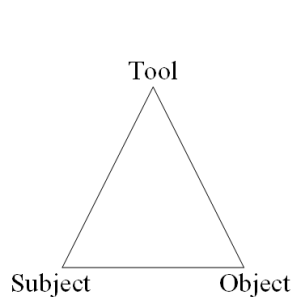


圖 1、Vygotsky 中介三角形

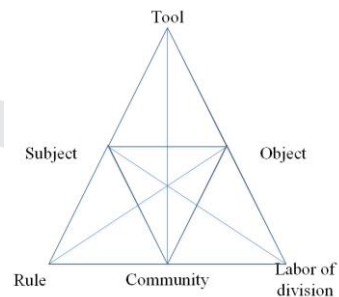


圖 2、Engeström 活動理論

以活動理論架構分析師資生設計數學教案的學習歷程 (圖 3)，探討如何以知識翻新元素加入數學教案中，建構一個適合師資生建構數學教案的學習環境，本研究以工具媒介(tool)面向探討知識翻新如何融入教案設計中 (圖 4)。

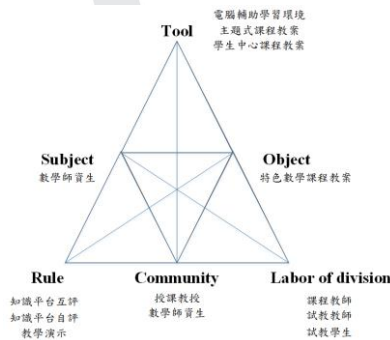


圖 3、教材教法課程學習歷程

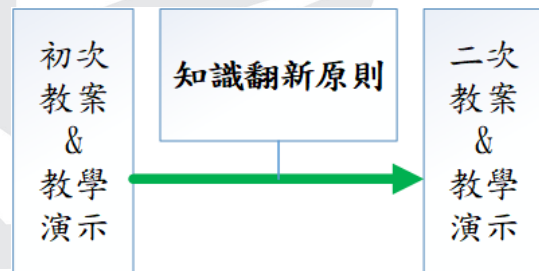


圖 4、將知識翻新融入教案設計中

二、知識論壇

知識論壇係由 Scardamalia 與 Bereiter 團隊所研發的平台 (Scardamalia, 2004)，此平台設計概念源於 Scardamalia 所提出的知識翻新理論 (knowledge building)，強調「知識」具有可持續修改及集體合作共構的特性 (Scardamalia, 2003)，可由學生及教師共同參與建構知識，對比傳統教師中心論由教師掌控教學節奏及學習內容的教學模式，學生在課堂中能更積極參與課程。知識翻新理論列舉出十二項原則 (圖 5)，旨為每個個體帶著既有的知識參與團隊，透過建立共

同目標、群組討論、分享成果、實踐活動、建立規則的方式建構屬於團隊每個人的知識，使得團隊集體建構並擁有知識。研究者以點子、元素兩維度再將十二項原則分類（表 1）。其中知識翻新學習目標以「建立更廣泛的基礎知識」更加重要，而非僅鼓勵學生提供創意並付出行動。（Hong, 2010）

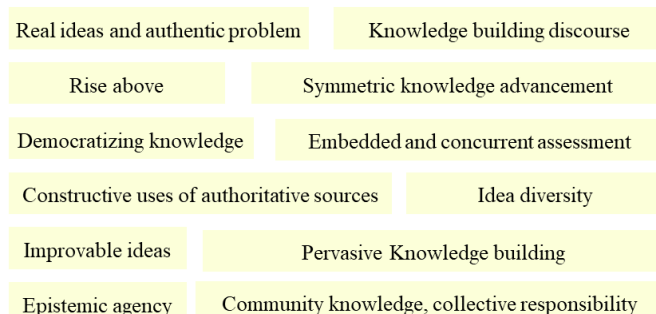


圖 5、知識翻新十二項原則

表一、研究者分類表格

		點子	
		概念	問題解決
個 元 素	人 團 體	1. 自主推動學習動機	1. 廣泛的基礎知識
		2. 屬於自己的想法	2. 知識無所不在
		3. 善用權威知識	3. 創意發想新點子
		1. 推陳出新的知識	1. 現實生活中的問題
		2. 承擔共同學習責任	2. 共同參與知識產出
		3. 自發互助共好	3. 自我反思及同儕回饋

知識論壇（knowledge forum）是以知識翻新原則所建立，如同一塊白板供教師、學習者自由建立討論區，進入討論區可上傳檔案供使用者下載，操作自由度高讓大家能快速學會使用知識平台。師資生申請個人帳號密碼後即可進入，可上傳文字檔或夾帶各式文件供大家下載使用，並可直接進入每個節點進行討論或回覆，討論區會以條列式紀錄每位回覆者的內容及時間，也可以選擇重設一個討論區，並在白板空白處拉箭頭，將每個人的回應區塊區分開來，課程除了請學生自評、互評外，並沒有強制同學要怎麼去繪製回應區塊，讓同學能自由發揮，共同找到一個較好的方式進行回饋，期末建構的回饋區如圖 6。

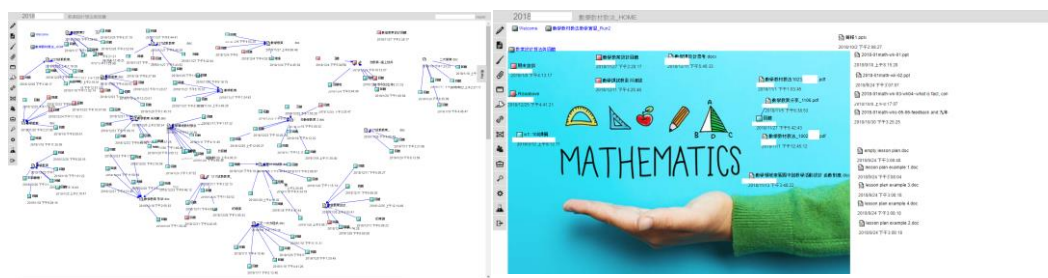


圖 6、知識論壇介面

參、研究實施與設計

一、研究對象

本研究對象為某國立大學參與「數學教材教法」課程的9位師資生，由5位男生、4位女生組成，來自該校教育系、應用數學系及心理系的學生，進行一學期共十八週課程。

二、研究方法

本研究為個案研究，針對特定對象及特定學習環境進行研究，資料分析僅適用於本研究班級，研究者在課堂中擔任觀察者角色，不參與學習活動也不與參與學生交談。觀察師培生設計的數學課程教案，過程中知識論壇供同學線上討論與分享，兩次教學教案皆由師資生親自撰寫並進行教學演示，初次教案設計由師資生們自由書寫，充分了解知識翻新的原則後進行第二次教案設計。

三、教案分析

針對數學師資生撰寫的兩次數學特色教案進行比較，將師資生教案列舉出新課綱中的「學習表現」，並將二十分鐘課程使用的教學模式以時間百分比呈現，由兩次的教案比較中找出知識翻新十二項原則及電腦輔助學習環境帶給師資生撰寫教案歷程的改變。

肆、結果與討論

一、資料蒐集

首次教學教案整理後如下，教學範圍及內容皆由師資生們自由決定，並提供數學教案範例，鼓勵同學使用各式創意教學法及科技產品，如表二。

表二、初次教案設計

	編號	教案名稱	單元名稱	學習表現	主要教具	核心理念
國小 一~六年級	S1	我要當大老闆	100以內的數	n-I-1、n-I-2、n-I-3、n-I-5、r-I-1	視覺媒體	問題解決
	S2	未知數的日常應用	未知數	n-III-2、n-III-10、r-III-2、n-III-10	白板	問題解決
國中 七~九年級	S3	七巧板	幾何圖形	s-IV-1、s-IV-4、s-IV-5	色紙	動手實作
	S4	數列魔法	等差數列	n-IV-7	撲克牌	魔術原理
	S5	因數與倍數	因數與倍數	n-IV-1	糖果	小組活動
	S6	畢氏定理	畢氏定理	s-IV-3、s-IV-7、g-IV-1、n-IV-5	色紙	動手實作
	S7	指上談兵	指數	n-IV-2、n-IV-3	白紙	小組活動
高中	S8	機率	機率	n-V-6、d-V-3、d-V-5、d-V-7	視覺媒體	問題解決
十~十二年級	S9	數學歸納法	數列與級數	n-V-5、n-V-6、a-V-1、a-V-2	視覺媒體	問題解決

註：學習表現為「主題-學習階段-項次」、核心理念為教學者設計理念

二次教學教案整理後如下，撰寫前先讓師資生選取 2~3 項知識翻新原則後進行教案設計，以自選的知識翻新原則產出想法融入於課程中，分析如下表四。

表四、二次教案設計

	編號	教案名稱	單元名稱	學習表現	主要教具	核心想法
國小 一~六年級	S1	三角形王國	圖形	s-I-1	故事書	動手實作
	S2	無所不在	圖形	s-II-3	海報紙	校本課程
	S3	乘除乘除	數的乘除	n-II-3	學習單	問題解決
國中 七~九年級	S4	幾何圖形	尺規作圖	s-IV-1、s-IV-3、s-IV-16	色紙	動手實作
	S5	黃金比例	相似形	n-IV-4、n-IV-7、s-IV-1、s-IV-3、 s-IV-10、a-IV-6	視覺媒體	問題解決
	S6	勾股定理	畢氏定理	s-IV-3、s-IV-7、g-IV-1、n-IV-5	色紙	動手實作
	S7	找找方程式	方程式	a-IV-4	學習單	小組活動
高中 十~十二年級	S8	期望值	機率	d-V-3、d-V-4	視覺媒體	問題解決
	S9	機率	機率	d-V-2、d-V-3	視覺媒體	問題解決

註：學習表現為「主題-學習階段-項次」、核心想法為教學者設計理念

二、資料分析

首先就教案設計去做比較，第二次教案設計方向明顯有改變，初次教案的學習重點較發散，六位同學選用三個以上的學習重點，20 分鐘的課堂選用多個學習重點，對比第二次教學選用學習重點較少，並藉由小組活動、思考發想的方式讓學習者參與其中，並提供想法讓大家一同進行討論。將教案內的教學模式進行分析，教學內容是否有參考網路資源，使用的教學法及教學媒介如傳統講述、發展活動、視覺媒材、動手實作及思考創造等，以使用時間比例來記錄，如下表五。

表五、教學時間比例表

編號	初次教案教學模式						編號	二次教案教學模式					
	網路資源	傳統講述	發展活動	視覺媒材	動手實作	思考創造		網路資源	傳統講述	發展活動	視覺媒材	動手實作	思考創造
S1	v	30%	60%	30%	0%	30%	S1		10%	50%	60%	50%	40%
S2	v	15%	85%	15%	0%	15%	S2	v	25%	75%	80%	50%	55%
S3	v	40%	50%	70%	25%	0%	S3	v	40%	50%	90%	50%	30%
S4		45%	30%	45%	25%	15%	S4	v	50%	50%	60%	50%	25%
S5	v	25%	65%	50%	25%	15%	S5		25%	60%	70%	50%	10%
S6	v	68%	10%	30%	10%	10%	S6		30%	60%	68%	60%	25%
S7	v	28%	50%	50%	50%	20%	S7		25%	60%	60%	60%	25%
S8	v	45%	50%	20%	20%	15%	S8		20%	50%	30%	50%	30%
S9	v	80%	10%	20%	0%	10%	S9		80%	10%	20%	0%	20%
平均值	8	42%	46%	37%	17%	14%	平均值	3	34%	52%	60%	47%	29%

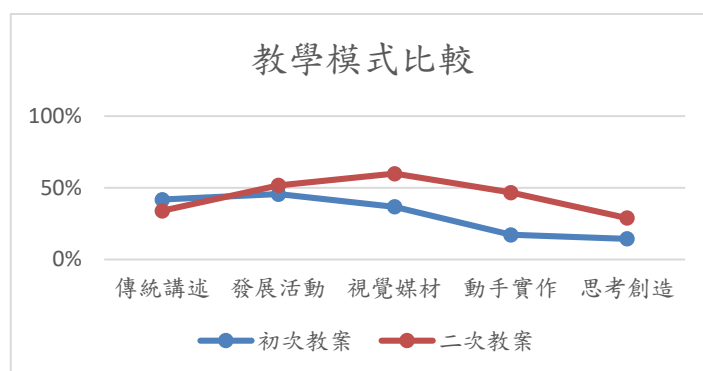


圖 7、教學模式比較

由圖 7 可見第二次試教減少了講述式教學，增加視覺媒體、動手實作、思考創造的教具及教學法時間，應用知識翻新的十二項原則融入教學中，課程產出過程來自師資的想法，學習者也有機會提出屬於自己的想法。知識建構旨在提供學生無處不在創造知識的機會，沒有場合或主題的限制。(Scardamalia, 2017) 台灣師大數學教育中心提出奠基活動的概念，課程開始前先進行有趣的數學活動，建立數學概念的具體經驗，連結至即將學習的數學知識，數學活動創意可以來自日常生活，隨時有想法便可使用手機、平板等行動裝置上傳至知識平台，學習者便能主動地、深入地學習。

伍、結論與建議

一、結論

研究問題建立於 Vygotsky 活動理論的框架下的工具 (tool)，一為電腦輔助學習環境是否有助於教案設計學習。二為知識翻新原則是否改變師資生教案設計模式。此課程學習環境為電腦輔助學習的微型教室，以知識翻新原則設計課程探討師資生設計教案歷程的改變，研究者觀察課程進行並以教案比較中得到以下結論：

(一) **主動學習的場域**：此課程給予學生許多提出想法的機會，屬於學生中心的課程，教師帶領著師資生進行教案設計及教學演示，教學演示時扮演學生的師資生會給予許多意想不到的回饋，每一次的課程都會承接前次經驗而不斷進步，知識與日常生活的連結更加緊密，學生們也樂於參與每周的數學教材教法課程，線上知識平台讓學生能隨時隨地進行討論與回饋。

(二) **教案設計歷程的改變**：初次教學內容有深有廣，幾乎都是「介紹 - 演練 - 活動」的順序進行，如數學歸納法單元先介紹數學歸納法的內涵，接著以平方和公式進行演練，最後以河內塔遊戲進行活動內容。第二次課程內容聚焦於較少的學習重點，並有多變的教學順序，如先進行數學奠基活動後介紹此活動便具有數學概念意義，從參與活動中了解數學概念，也有結合攝影、美術作品，連結數學黃金比例單元內容。此種改變讓師資生們更勇於發想特色課程，並接納學生天馬行空的想法，由每次的課程催化出更佳更好的特色課程。

二、建議

知識平台如何形成一個共創、共享與具凝聚力的社群，也是值得討論的面相，即為框架中的社群（community），本研究以工具（tool）進行剖析，接著可以從社群進行以下三點討論：（一）發表次數、（二）內容分析、（三）互動分析。

本研究限制有三：（一）研究問題：僅就兩次教案進行比較，仍有學習動機面向值得去探討。（二）研究對象：本課程為數學科師培必修課程，因此參與學生皆學習動機及起始能力與一般學生未必相同。（三）研究方法：本研究屬個案研究，選定此九人微型教室進行教學，其研究結果不宜類推其他學習環境。

參考文獻

一、中文部分

- 林志成、林仁煥、田奈青、郭雄軍、蔡淑玲、田育昆（2011）。**特色學校理論、實務與案例**。台北：高等教育。
- 教育部（2017）。**十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-數學領域**。台北市：作者。
- 教育部（2016）。**資訊教育總藍圖**。台北市：作者。

二、英文部分

- Clifford, T., Jorstad, H. L., Lange, D. L.(1977). Student evaluation of peer-group microteaching as preparation for student teaching. *The modern language Journal*, 61, 229-236.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: OrientaKonsultit Oy.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003) *Knowledge building*. In *Encyclopedia of education*(2nd ed., pp. 1370-1373). New York: MacMillan Reference, USA.
- Hong, H. Y., Chen, F. C., Chai, C. S., & Chan, W. C. (2010). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. *Instructional Science*, 39(4), 477-479.
- Scardamalia, M. (2017). Knowledge Forum. *The SAGE Encyclopedia of Out-of-School Learning*. Thousand Oaks, CA: SAGE