

科學教師試行資訊融入探究教學與學生成效之研究

楊子瑩、王國華、余安順
國立彰化師範大學科學教育研究所
april0417.tw@yahoo.com.tw

摘要

本研究目的是探討四位任教「國中自然與科技課程」的個案教師，修習暑期資訊融入探究教學專業成長課程後，回到任教學校，實施教學情形與學生學習成效。研究方法採取個案研究方式，個案教師在歷經一年期間，各自設計與實施三次資訊融入探究教學，並受到大學研究團隊（教授與研究生）的支援。本研究為質量並重，質性資料包含課室的觀察、錄影、晤談分析、心得及學生的學習單等。量化資料主要是學生的學習前後測成績。結果發現，個案教師之資訊融入教學時使用資訊科技情形，包括利用網路教學導引；資料搜尋、處理與呈現；播放影片或動畫等呈現實驗、促進學生針對影片或動畫作觀察與比較；利用動畫等軟體等作概念的呈現與思考；多元化評量。學生成就方面，前後測有顯著的差異。本研究結果可供教師運用資訊融入教學的參考。

關鍵詞：探究、資訊融入教學、學生成就

一、研究背景與動機

教育部頒布國民教育階段九年一貫課程總綱綱要指出國民中小學學生應培養十項基本能力，其中「運用科技與資訊」、「主動探索與研究」及「獨立思考與解決問題」等基本能力，顯示教學需讓學生有科學探究、使用資訊科技的機會。天下雜誌(2000)對中小學教師所作的「教師運用資訊與網路能力」問卷調查結果關於資訊科技融入教學方面，每五位教師僅一人做到；四分之三的老師，每週使用電腦、網路輔助教學不到一小時；八成六的教師認為推動資訊教育，有助於提升台灣的競爭力。蔡佳蓁(2004)針對雲林縣國民小學資訊教育推動現況之調查研究發現教師資訊基本素養仍顯不足。教師肯定資訊教育可提升學生學習效果，但對課程內涵與教學模式則尚不清楚。教師資訊基本能力不足、設備不佳、教師備課時間不夠是推動雲林縣國小資訊教育的三大困境。王文裕(2003)針對新竹縣國民小學教師進行資訊科技融入教學的現況研究，發現教師對進行資訊科技融入教學之程度水準仍然顯著偏低。由這些研究可發現老師們肯定資訊教育的重要，然而真正要實施於教學現場是有困難的。本篇文章試圖了解教師經由修習師資培育中心之專業成長課程後，如何實施資訊融入探究教學在他自己所任教班級中以及學生經由教師的教學後，其學業的成就前後測改變為何做探討。此篇研究結果可對教師教學改革的現狀做了解以及對學生學習成就做更進一步分析，以供教育改革者與教師研究上的參考。

二、文獻探討

(一)探究教學的特徵

探究教學主要包含幾個元素，如學生於真實情境中發現問題、解決問題。設計與處理研究，收集與分析資料，作解釋，形成說明，作結論，報告其發現等(Marx, Blumenfeld, Krajcik, Fishman, Soloway, & Geier, 2004)。教師引導學生探究，需要力促學生解釋和辯解、批判和修正他們的想法。他們用現象檢驗他們經驗、想法。探究教學並有以下幾個特色，科學探究教學需著重於對真實問題的探究；重視自由的探究及主動建構學習的機會(Crawford, 2000)；重視探究過程的技能。如重視觀察、假設、實驗、研究設計等過程技能；科學探究教學受到社會建構主義觀的影響，必須強調同儕與師生的互動與合作的關係；重視互相辯證的過程、討論、溝通、對話等過程。

(二)資訊融入探究教學

資訊融入探究教學的特徵包括讓學生分析與系統化資料、形成主張和解釋複雜的科學問題與他人溝通科學的解釋等(Songer, 2002)。學習科技是製造一個廣泛利用軟體為工具，如建模(modeling)、視覺化(visualization)、搜尋資訊(information searching)。資訊融入探究教學是學習科技的應用每個工具被設計支援學生完成探究任務，然而這些任務正常是他們不能順利完成的。例如這些工具可以讓學生研究問題，資料與數據的收集、數據的呈現去幫助解說。運用科技來支援探究教學特別有效(Owens, 2002)，而探究教學不是新的教學方式，科技是有效的提供探究教學的進行。

(三)資訊融入探究教學之學生學習效果方面

探究的學習活動重要性有，第一探究的學習活動幫助深層基礎內容知識的發展(Bransford, Brown, & Cocking, 2000)。而這些知識不易由傳統直接教學而得到理解。第二探究學習活動的思考，允許學生去建立和延伸他們擁有自然問題解決的能力(Bransford et al.)。允許學生發現更多科學課與生活中的一致性(Barton, 1998)。第三科學的探究常常提供更多的學習挑戰機會，教師也需提供更多的支持、允許他們達成這些挑戰的任務(Bransford et al.)。第四傳統科學課限制學生的學習潛能，學生是需擁有自我知識的主權，可藉由教師有效的引導，使基礎科學知識理解發展。探究教學變得更適當鼓勵與引導和支持學生的學習(Bransford et al.)。

科技支援探究教學方面，能促進學生高層次的思考、學生的發問和分享學生的想法與研究作品(Songer, 2002)。科技是一個延伸的工具，強化認知，特別是在讀和寫。當學生用科技去處理分析解釋和呈現研究結果時，電腦變成一個建構知識的途徑。科技引起學生學習動機和維持學習興趣，給予獨特素材，多種資訊以及提供機會給學生讀和寫的過程形成多媒體的作品。然而科技不是學習的焦點，它提供一個基本媒介得到學習目的(Owens, 2002)。

三、研究設計

(一)研究對象與情境

參與研究的個案教師共有四位教師，其背景見表一。錢老師、任老師、賈老師、溫老師等四位個案教師分別任教於中部之不同學校，錢老師與溫老師兩位任教之學校位於都會區，設備資源較豐富；任老師與賈老師任教之學校位於郊區，設備資源較貧乏。他們學校文化背景與資源相迥然不同。因此影響著對資訊融入探究教學的學習環境設計與進行。於九十四年八月起，四位個案教師經由修習暑期特別設計之專業課程後，個別針對所任教之學校背景與文化做不同的資訊融入探究教學教學前準備，並閱讀相關的文獻內容。以任老師為例，雖任教於郊區，然而擁有一間可以自主管理的實驗教室，設備由研究者共同支援，特此規劃為 e 教室。設置方式為準備六台電腦與相關設備分別於六張實驗的桌子上，網路線的佈置，確認每台電腦皆可上網。設備由學校行政單位與本研究室共同支援。此間教室可以讓教師隨時使用。錢老師與溫老師認為在電腦教室實施較為方便，於教學前必須事先預約借用電腦教室。因此教學課程主要在電腦教室進行，必要時加上傳統教室以及實驗室為輔。賈老師任教於郊區學校，然而電腦教室的借用不方便，因此僅供一台筆記型電腦於實驗室中進行教學。本研究考慮到因環境因素的不同，自主地讓教師設計符合自己的資訊融入探究教學環境。

表一、個案教師之背景

	錢老師	任老師	賈老師	溫老師
性別	女	男	男	男
任教科目	國中 自然與生活科技	國中 自然與生活科技	國中 自然與生活科技	國中 自然與生活科技
教學經驗	資深(8 年)	資深(9 年)	初任(4 年)	初任(4 年)
專業科目	生物	地球科學	化學	化學
學校環境	城市	郊區(設備由研究者支援)	郊區	城市
學生素質	中上	常態	常態	常態

這些個案教師在九十四年七月參與本所開設為期一個半月之資訊融入探究教學專業成長課程，課程內容主要分成兩大部分：第一，資訊科技融入教學的理念；第二，利用資訊科技支援探究教學實務。課程採用混合式的上課模式(on-web and on site)，在網際網路學習與現場教學學習的上課模式。課程結束後，個案教師返校教學，將所學的知識嘗試運用於現場教學環境中，此階段目的是嘗試性的教學實踐，期望教師們能將理論轉化於實務。在歷經一年的研究期間，個案教師選擇適合的三個教學單元，發展和設計資訊支援探究教學的計劃，並定時與大學研究團隊合作，發展教案和評量，討論探究教學模式和策略，分析學生學習成效，及改進修正教學。

(二)資料收集與分析

質性研究包含教師資訊融入探究教學現狀錄影分析、課室觀察、正式與非正式訪談、會議記錄與錄音、學生的學習單。量的資料包括學生的學業成就測驗。學生的學業成就

以前後測做比較，Effect size effect size 算法為總平均差除以前測標準差，Effect size effect size 0.2 為影響力小，0.5 為影響力中等，0.8 為影響力大(Cohen, 1988)。

四、研究結果與討論

(一)個案教師資訊融入探究教學的情形

四位個案教師的實施現狀如下說明之。九十五年二月份初開始採用協同合作式的專業成長模式，每月定期開會討論教案的內容以及實施的方式，個案教師各實施三次教學，並共同分析教學與改進實作。由於學習環境不同，教學擁有不同面貌。四位個案教師應用到三種資訊融入探究教學的學習環境。分別是任老師的 e 教室，電腦主要應用在蒐詢資料、處理資料、分析資料、呈現其研究。

學生利用電腦網路查詢家用漂白水 and 酸梅湯的主要化學成分的化學式，並寫出其解離的反應式。

(任老師 第一次教學活動設計)

錢老師與溫老師在電腦教室實施教學，電腦主要應用在網路教學導引、發問與佈題、概念呈現、實驗步驟之呈現、蒐詢資料、整理資料、呈現資料與發表、多元評量等。錢老師更進一步配合動畫讓學生設計實驗。她所參考的資料來源是科教網 <http://science.edu.tw/04/evolution4-3-1-bg.htm>。

觀看動畫比較兩各學派對生物演化的觀點有何異同。你們這一組較認同拉馬克或達爾文的觀點，為什麼？同時簡要敘述長頸鹿的長頸是如何演變的。...以 ppt 呈現同學今天學習的內容與他們所分享的觀點。...說明盧瑞亞實驗的背景後，請學生按科學方法之步驟設計實驗證明細菌繁殖迅速與遺傳變異或是環境影響有關呢？ ...

(錢老師 第三次教學活動設計)

賈老師於實驗室中進行教學並加入一台筆記型電腦，電腦主要應用在蒐詢資料、播放影片呈現實驗的步驟、實驗結果、讓學生做觀察、蒐詢資料、處理資料、分析資料等。

要求學生測量溫度和反應時間的關係、溫度和反應時間倒數的關係。並利用 EXCEL 軟體求出兩者關係圖。...要求學生上網查出，溫度造成反應速率加快的原因為何?...

(賈老師 第一次教學活動設計)

讓同學觀察影片中加熱食鹽(無機物)和蔗糖的(有機物)情形，分辨有何不同。

(賈老師 第二次教學活動設計)

因此不管教師的教學環境是如何，電腦的多寡，它應用在探究教學中，可以呈現多種教學的面貌，使教學更多的資源，提升教學的品質。綜合四位教師資訊支援探究教學的現狀部分，包括

- (1) 網路教學導引。
- (2) 資料搜尋、處理、呈現、溝通。
- (3) 播放影片或動畫等呈現實驗，步驟、結果、促進學生針對影片或動畫作觀察與比

較。

(4) 利用動畫、powerpoint 等軟體作概念的呈現與思考。

(5) 多元的評量。包含學習單、口頭報告、網路互動評量等。

(二)教師現場實施資訊融入探究教學的學生成效

1. 科技的支援與合作討論增進學習的自主性與正向態度

個案教師與學生普遍認為利用資訊支援探究教學是很不一樣的教學活動，對於學習是更有幫助的。重視學生的思考以及合作討論，使學生對科學有更深入的理解。用電腦學習，可以照顧到學習速度不同的學生，讓學生更自主的學習。學生也希望以後選用這種上課方式。

S9: 感覺這次用電腦來做所有的功課，很特別也很不一樣，而且都是要自己去找尋所有資料很難找到，但是我們會一起想辦法，一起深入題目的意思，發現這對我們會有一些幫助！期待下次的報告。

S5: 在這次實驗，讓我從不了解變了解，而又從網路上得到一些從未看到的知識，知道一些，又從同學做的簡報中得到一些不錯的點子，而現在只要再講解一次，那我就可完全懂了，今天帶給我一些知識，也給我快樂，希望下次也可以像今天一樣。

(任老師 學生第一次學習心得)

S1: 這次上課也還不錯，老師會給我們操作，與動畫來上課，反而更容易懂了呢！希望下次還可以來。

(錢老師 學生第三次學習心得)

2. 學生學習成就前後測的改變

學生的學習成就方面，四位個案教師實施三次的教學活動，在每次的教學活動前做一次評量為前測，教學後作一次評量為後測。評量內容主要是以選擇題形式。信效度方面，題目依照 Bloom 所制定的雙向細目表編制。每次的評量試題皆由大學教授、在職教師、與研究人員共同討論修正試題內容。結果見表二。從結果 Effect size 皆超過 0.2，因此不論哪位教師教授哪一個單元，此教學對於學生的學習是有效果的，而且是顯著的。然而依照每位教師的特色與不同的單元，其 Effect size 有著不同大小的差異。以錢老師的 Effect size 最大，總平均高達 1.53，賈老師的 Effect size 也有 0.89。任老師與溫老師 Effect size 相似，為 0.66 和 0.60。雖然賈老師僅只有一台筆記型電腦支援探究教學，學生的學習也達到不錯的效果。

表二、個案教師之學生學習成效總表

	pre(SD)	post(SD)	人數	Effect size
錢老師	60.74(14.62)	83.06(11.9)	36	1.53
任老師	47.72(14.21)	57.03(17.69)	34	0.66
賈老師	35.04(18.24)	51.34(24.16)	37	0.89
溫老師	64.00(18.77)	75.22(18.45)	45	0.60
Total	51.23(20.12)	65.77(22.9)	152	0.72

表三、個案教師之學生學習成效分次表

		單元	pre(SD)	post(SD)	Effect size
錢老師	第一次	生殖	63.19(14.50)	85.69(7.29)	1.55
	第二次	遺傳	56.39(13.87)	79.44(13.62)	1.66
	第三次	演化	62.64(14.9)	84.03(13.14)	1.44
任老師	第一次	酸與鹼	47.86(15.63)	58.86(18.19)	0.70
	第二次	力學	50.15(12.34)	61.52(15.74)	0.92
	第三次	電阻	45.15(14.38)	50.61(17.67)	0.38
賈老師	第一次	溫度與反應 速率	43.24(23.64)	61.89(24.53)	0.79
	第二次	有機化合物	33.11(12.54)	54.05(20.06)	1.67
	第三次	摩擦力	28.95(13.86)	38.42(22.00)	0.68
溫老師	第一次	電壓	70.67(14.09)	79.56(15.44)	0.63
	第二次	電流	57.33(20.58)	70.76(20.39)	0.65
Total	第一次		57.06(20.56)	71.41(20.82)	0.70
	第二次		49.61(18.28)	20.03(0.92)	0.92
	第三次		45.28(19.97)	26.54(0.61)	0.61

錢老師與溫老師的學習環境相似，皆是在電腦教室上課，並大都以一些教學網站來支援探究教學。而錢老師的三次試教 Effect size 皆相當的大，分別為 1.55、1.66、1.44。其值很穩定，可能與教師本身、學生、學科的特質有關。教師、學生的參與意願相當的高，使得教學活動很容易進行，而學科內容主要是以生物為主，也有可能是因為生物科本與生活比較接近，學生經由教學後比較易理解。針對學科因素而言，生物科的學生前後測 Effect size 最大，物理科 Effect size 比較小，內容為力學、摩擦力、電阻、電壓、電流，Effect size 分別為 0.92、0.68、0.38、0.63、0.65。化學科的學生前後測 Effect size 低於生物，高於物理，內容為酸與鹼、溫度與反應速率、有機化合物，其分別 Effect size 為 0.70、0.79、1.67。從這些數據顯示物理科 Effect size 比較小，尤其是電阻、電壓、電流，這些概念一般而言，確實是比較難學的、概念比較抽象，不像生物科比較生活化、具體的概念。雖然物理科的學生前後測 Effect size 比較小，但其值也超過 0.2，因此也算是效果的，往後可針對更微觀的角度來作探討。

五、結論與建議

本篇文章主要了解四位教師資訊支援探究教學的現狀，包括網路教學導引；資料搜尋、處理與呈現；播放影片或動畫等呈現實驗如實驗的步驟、實驗的結果、促進學生針對影片或動畫作觀察與比較；利用動畫等軟體等作概念的呈現與思考；多元的評量。從學生前後測的 Effect size 來看，其值皆超過 0.2，因此不論哪位教師教授哪一個單元，資訊融入探究教學對於學生的學習而言是有效果的，而且是顯著的。這些結果可以提供教育行政單位與教育從事者參考，筆者認為 Effect size 的差異與教師、學生、學科本質皆

有關，建議往後尚可針對更微觀的角度來作更多探討。

六、參考文獻

- 王文裕(2003)。新竹縣國民小學教師進行資訊科技融入教學的現況、意願及相關因素研究。國立新竹師範學院進修暨推廣部教師在職進修國民教育研究所輔導教學碩士班碩士論文(未出版)。
- 天下雜誌 (2000)。海闊天空 IV 網上學習如何幫助孩子成長向前。2000 年教育特刊。
- 蔡佳蓃 (2004)。雲林縣國民小學資訊教育推動現況。國立中正大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- Barton, A.C. (1998). Reframing “science for all” through the politics of poverty. *Educational Policy*, 12, 525-541.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind experience and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Cohen, J (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Crawford, B.A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles of science teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Marx ,R., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E. Geier, R., (2004). Inquiry-Based Science in the Middle Grades: Assessment of Learning in Urban Systemic Reform. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(10), 1063–1080.
- Owens, R.F., Hester, J.L., & Teale, W.H. (2002). Where do you want to go today? Inquiry-based learning and technology integration. *The Reading Teacher*, 55, 616-625.
- Songer, N.B., Lee, H. S., & Kam, R. (2002).Technology-rich inquiry science in urban classrooms:what are the barriers to inquiry pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*. 39(2), 128–150.