

研究「探究師資培育計畫」對中學科學 ／數學教師探究教學效能的影響

曾千純、段曉林*、溫嫩純、秦爾聰、王國華

國立彰化師範大學科學教育研究所

*suhl Tuan@cc.ncue.edu.tw

(投稿日期：2012.3.6；修正日期：2012.4.26；接受日期：2012.5.21)

摘 要

本研究的目的是探討一群(55名)中學科學與數學教師在參與三年(2階段)的暑碩班(融入探究師資培育計畫)研讀後,其探究教學效能的轉變,並比較數理教師的差異。研究採問卷調查法,三年共施測五次。探究教學效能問卷(Tuan & Wen, 2005)向度:探究理解、探究能力、探究教學能力、引導與評量探究的能力、對探究教學表現的期望,整體 α 值為.94。資料分析包含 t 檢定、共變數分析與重複量數。研究發現:(一)教師效能在第二階段的培育課程後顯著的提升。(二)教師的效能成長受教學實務的影響甚鉅。(三)科學教師探究教學效能的提升顯著優於數學教師,但在不同階段與向度中呈現不同的效能轉變。研究發現顯示本培育課程能提升數理教師的探究教學效能。

關鍵字:探究教學、師資培育、教學效能

壹、前言

以探究為基礎的課程在過去 10 年間已被科學和數學教育者及政策制定者所注目 (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989; National Research Council [NRC], 1996)，探究式教學的理念無論在科學教育領域或數學教育領域皆為當今的教育改革趨勢，因此以探究為理念的科學/數學教學是重要的教育改革方向 (AAAS, 1993; NCTM, 1989; NRC, 1996, 2000)。教育部(2003)於國民中小學九年一貫課程綱要中也強調國中階段學生應具備探究的能力。NRC (2005)針對學生的科學學習指出，培養學生探究能力包含學生必須對於基本事實知識的充分了解，在概念架構的脈絡中理解事實並以有利於擷取和應用的方式，來組織知識。

因之，探究教學的重要性印證在國內外近年來不斷延伸的相關研究中，但是探究為基礎的教學對許多教師而言仍是抽象的概念，因為許多在職教師在他們的受教過程及師資培育的過程都未曾接受此種學習的形式，因此如何落實探究教學於實際課室中，以達成探究科學教育的目標是重要卻不是如此的容易達成的 (Kazempour, 2009)。

教師專業化的歷程中，我們必須嚴謹的把可能影響的知識與信念皆考慮在內 (Keys & Bryan, 2001; Wallace & Kang, 2004)。除此之外，在時間的規劃上，也是不容忽視的因素，Hawley 與 Valli (1999)即針對短期性如研習、會議、示範等形式的專業發展成效提出批評，認為這類傳統專業發展對老師信念轉變的影響是非常有限的，更遑論將之落實於實際教學中。因此 Crawford (2007)和 Keys 與 Bryan (2001)提出長期合作式的專業成長計畫，能促使教師教學觀點與實務獲致持續性的轉變。因此透過本研究，我們希望能規劃出以探究為基礎的長期師資培育計畫，協助教師具備探究能力，理解探究教學的意義，具備探究教學的能力並於實際教學中具備能引導學生學習探究並評量學生學習的知能。

由於教師在新的課程推動中扮演成功與否的關鍵角色，而不少研究也指出教師自我效能信念是檢驗教師改變、理解教師教學科學的態度專業成長很好的工具 (Erdem & Demirel, 2007; Howard, 2003; Wheatley, 2002)。Tschannen-Moran 與 Hoy (2001)提到科學教師的效能信念能預測科學教師的行為。研究也顯示教師的自我效能信念會影響教師在班級中的行為，因此許多研究探討教師的科學教學效能及

研究如何促進教師的科學教學效能(沃文豪, 2007; 曾千純、段曉林、溫嫩純、秦爾聰、王國華, 2007; Luft, 2001; Marshall, Horton, Igo, & Switzer, 2009; Yilmaz & Cavas, 2008)。目前對於探究教師師資培育的成效, 研究多半以學生的學習成效做為評鑑的依據, 或以教師個案研究的方式進行評鑑(林勇吉、秦爾聰、段曉林, 2010; 陳均伊, 2011; Kazempour, 2009), 缺乏長期追蹤一群在職教師在參與探究師培課程中, 其探究教學效能的變化情形。有鑑於此, 本研究的目的是在於瞭解科學/數學教師在學習「如何進行科學/數學探究教學」的師資培育課程的過程中, 其探究教學效能的成長, 以及數理教師在其探究教學效能成長上的差異。具體的待答問題為:(一)在職中學數理教師在探究師資培育課程實施的期間, 其探究教學效能成長的變化情形為何?(二)不同學科背景(科學組/數學組)的教師在探究師資培育課程實施過程, 其探究教學效能的成長差異情形為何?

貳、文獻探討

一、探究教學的意涵及實務

NRC (2000)曾指出探究教學包含引導學生發現問題, 指導學生實際動手設計實驗解決他們的問題, 分析解釋他們實驗過程中所發現的數據及結果, 並能澄清概念, 解釋現象並擴展其對於形成的科學知識及探究的能力應用於新的情境之中, 最後教師及學生能共同評鑑學習的內容歷程及結果。Schneider、Krajcik 與 Blumenfeld (2005)提出, 教師不僅必須具備探究教學的能力, 也必須在所有的探究階段中具備引導學生的自信。引導學生進行探究活動時, 教師必須能在探究的歷程中鼓勵學生解釋、證明、批判及轉化他們的概念, 因此在探究教學所應具備的知能中, 包含協助學生發現問題、分析、歸納、解釋資料、回答學生所提出的所有問題並且評量學生的學習成果。

因此教師將探究教學實際落實於課室中必須面臨許多的挑戰, 而這些挑戰可能使教師不願意採用探究教學, 在影響教師實施探究教學的外在因素方面, Anderson (2002)提出教師在實施探究式教學時所遇到環境上的困難包括, 家長的接受度、所接受的專業成長知能不足、同儕及行政的壓力、時間進度的壓力及教學資源的缺乏等, 其中教學過程中時間的壓力(Kazempour, 2009; Roehrig & Luft, 2004)是造成教師探究教學效能低落的主要因素。再者, 教學環境中的客觀

因素，如行政管理者及教師同儕間的社群關係及對於探究教學的不同理解(Windschitl, 2003)也會影響教師實施探究教學的效能。內在因素方面，我們發現科學教師對探究教學的理解不足(Keys & Bryan, 2001; Windschitl, 2003)，另外，教師實施探究教學的能力也是另一項限制因素，若是教師不能營造科學探究的學習環境，進而引導學生從事探究活動，會造成教師不願意接受探究教學於實際課室中(Minstrell & van Zee, 2000; Schwartz, Gfeller, & Lederman, 2001)。Roehrig 與 Luft (2004)發現五位教師採行探究教學的障礙包含：對於科學和科學探究本質的理解、學科內容知識(content knowledge)、學科教學知識(pedagogical content knowledge)、教師的信念和對管理者及對學生的擔心。教師的信念在實行探究教學中扮演重要的角色，Luft 認為阻礙的因素在某種程度上是互相影響的並非單獨影響，例如某位教師可能有很好的科學探究的概念，卻因為學校或學生能力的因素而失敗。因此，我們必須規劃有系統的課程以協助教師探究教學的知能的建構。

二、探究教學的專業成長

在職教師專業成長對於教師能透過系統化的方式，獲得教育改革的新知扮演極重要的角色，但是許多在職教師在其求學過程中未曾接觸探究學習的歷程(Kazempour, 2009)，在師資培育的過程中也未曾接受專業知能相關的培訓。而即使曾參加短期的專業成長如研習，也未能建構出系統性的知識(Lavonen, Jauhiainen, Koponen, & Kurki-Suonio, 2004)，部分教師認為探究教學是針對資優學生(Anderson, 2002)而非一般學生能採用。有鑑於此，要促成在職教師探究教學的專業成長，必須規劃合宜的專業成長環境，讓教師實際獲得真實的演練，以擴增其在適當情境的知識與技能的經驗。而有效的教師的專業成長計畫必須要有明確目標、系統的規劃及詳盡的實施程序(Loucks-Horsley, Hewson, Love, & Stiles, 1998)，長期且密集的課程 (Putnam & Borko, 2000; Supovitz & Turner, 2000; Windschitl, 2003)。這些專業成長的要項對教師深入了解專業成長的內容的理解、信念的建立進而改進教學提供了足夠的時空條件。

Brand 與 Moore (2010)運用社會建構主義專業成長模式來培養教師探究教學的能力，改善教師以探究為基礎的科學教學策略。研究結果顯示教師從以教師為中心的講述式教學方法，明顯的轉變成以探究為基礎且符合建構的教學信

念。研究者透過概念構圖能幫助教師進行更深入的反省思考。最後，在計畫實施過程中，專業支持的力量及同儕之間的協助，也是幫助教師進行有效專業成長的關鍵因素。

Kazempour (2009)在以社會建構主義理論之基礎下所設計的探究教學專業成長計畫中，針對一名高中教師進行為期一學期的專業成長培訓計畫的個案研究。研究結果發現，專業成長的經驗必須透過長時間密集的課程，教師必須親身經歷真實的探究活動和進行科學探究的討論，課程中示範有效的探究教學形式，讓教師在專業成長課程及實務教學過程中，有機會不斷的反思其信念及實務以證明其想法，並且要持續對話及合作學習以分享其概念及活動設計，討論實際探究教學中所面臨的困境、挫折及成功的經驗。

除此之外，Michael (2005)指出教師的專業發展必須以課程為基礎，並且結合教學場景，才能使教師幫助其學生達到較高層次的內容理解及改進其表現，改變教師意味著改變教學文化為知識基礎的實務。Roehrig 與 Luft (2004)也強調教師的學科內容知識的重要性，建議透過工作坊的形式提供教師探究教學策略，結合課室觀察和專業的協助，使教師能減少探究教學過程中面臨的障礙。Loucks-Horsley 等(1998)和 van Driel、Beijard 與 Verloop (2001)在專業成長課程中安排教師進行教學實施的案例討論，有助於教師以客觀的角度思考探究教學過程中可能發生的狀況並思考解決的方法，是促進教師專業發展的有效策略之一；而指導教師於課後撰寫反思的心得筆記，教師自身的反思也是進行專業成長的關鍵之一(Lee, Lo, & Walker, 2004)，教師將課程中學習的過程及與同儕互動的過程及自身設計活動等進行反思。教師之間的課室觀察、對話討論是促使學生進行探究學習的有效活動(林淑榜、張惠博、段曉林，2009)，透過教學的觀摩，教師能不斷的整理自身對探究教學的理解，並提升自我實施探究教學的效能。因此本培育課程第一階段的課程規劃重點除了提供探究教學所需之學科內容知識，也在課程中提供教師科學探究的歷程，讓教師實際進行科學探究的過程。讓教師能實際體驗探究，有助於教師實施探究教學(Lee et al, 2004; Lotter, Harwood, & Bonner, 2007; Wee, Shepardson, Fast, & Harbor, 2007)，課程內容結合實際的教學情境(Yager, 2005)，結合合作式專業成長規劃的理念，使同儕間能充分分享學習及教學實務的經驗(黃萬居、熊瑞茶，2004；Shymansky, 2008; van Driel et al., 2001)。

教師專業發展的新思維強調教師角色由「被動的學習者」轉換成「主動的研究者」(饒見維, 1999), 因此在課程革新的過程中, 教師成為成敗關鍵與核心所在。國內外許多學者皆認可教師的行動研究在教師專業發展中的重要性(朱仲謀譯, 2006; 甄曉蘭, 2003; Glanz, 2003)。Millis (2003)也提到教師的行動研究能提升教師的教育專業知覺, 並且改善教師實務工作與學術研究之間的關係。也因此教師透過行動研究實際拉近理論和教學間的差距(Mckernan, 1991)。綜合上述, 我們了解教師行動研究在教師專業發展中的重要性, 反觀當前國內外有關探究教學師資培育的課程或計畫, 多數強調課室中的實作經驗(連思漢、熊召弟, 2006), 缺乏引導教師從事更強調反思與將理論驗證於實務的行動研究, 因此在本研究的第二階段, 教師除繼續於研究群中參與實作的研討, 尚需修習研究法相關課程, 由專家(教授)引導教師以探究教學為主題進行行動研究。

三、探究教學的教學效能

本研究所指之教學效能是源自 Bandura 於 1977 所提出之自我效能, 許多研究也指出教師自我效能信念是檢驗教師改變、理解教師教學科學的態度專業成長很好的工具(Erdem & Demirel, 2007; Howard, 2003; Wheatley, 2002)。教師面對新的教育理念的初期, 可以預期其自我效能感較低, 但隨著對於改變教學理念的了解和掌握, 教師會表現出較高的自我效能, 如果運用於教學並獲得成功的經驗, 且能把成功的教學經驗歸因於自我努力的結果, 其自我效能即會有顯著的提升(Stronge, 2002)。所以專業發展所需的新觀念, 必須讓教師逐漸應用到實際的教學情境當中(連思漢、熊召弟, 2006), 並在真實情境中獲得成功, 才能提升教師的教學效能感, 並引出更多的投入(黃國彥, 2008; 魏育琳, 2005)。因此, 本探究計畫亦希望透過教師專業發展促進教師教學效能信念的改變。

探究式教學能否落實於教師的實際教學中及提升教學的品質, 相信與科學/數學教師的探究教學的效能信念的轉變關係密切(王秀惠, 2003; 陳火城, 2004; 郭麟瑤, 2007), 因此我們也期待透過教師探究教學效能信念的轉變檢視教師專業發展的成效。

Luft (2001)的研究探討在職教師在探究為基礎的課室示範教學成長課程(IBDC)中教師的信念。結果發現, 對於有經驗的教師而言, 教學實務的改變比信念的改變更為顯著, 以探究為主的師資培育課程確實能改變教師的自我教學

效能信念，並提升教師探究教學的實務，其中最為顯著的是轉變為學生中心的信念。因此 Luft 認為在師資培育課程中，讓教師經歷探究活動的歷程進而討論探究教學的實務是可行的方案。

Labone (2004)指出，觀看他人成功的經驗，對於教師的自我效能的提升有正向的幫助。Mulholland 與 Wallace (2001)和 Bong 與 Skaalvik (2003)指出教師的熟練經驗是增加教師科學教學自我效能的主要來源之一。Lee et al. (2004)指出檢驗教師在探究為基礎的專業成長計畫中信念和教學實務的衝擊，發現即使培養教師相關的知識並提供重要科學內容知識的堅強信念，教師對於真實情境中的教學實務仍然沒有產生顯著的改變。

研究顯示(Riggs, Enochs, & Posnanski, 1998)教師的教學效能影響其課室的教學表現，特別是教師的自我效能影響其是否於實際教學中採行探究教學。Settlage (2000)認為，教師科學教學的教學表現期望及在決定學生學習方面的教學效能，能預測他們對於教學環的接受程度。

在本研究之前的探究教學效能研究(曾千純等，2007)，可看出接受二年培育計畫的二年級在職進修教師比接受一年培育計畫的在職進修教師有更佳教學效能的進步，相對的未接受培育計畫的三年級在職進修教師則不見成長。科學組教師與數學組教師在探究教學效能的差異方面的比較，我們發現科學組的教師整體而言較優於數學組教師，然而這些教師是否回到教學現場後仍持續不斷的實施探究教學是值得探討的議題。

探究教學無論在科學教學或數學教學中基於建構主義的理念是普遍的共識，但是教師普遍認為探究及探究教學是源自於科學領域，也較適用於科學教學中，除此之外，科學與數學本質呈現很大的差異性(Lederman & Niess, 1998; Schwartz et al., 2001)。例如在知識論上，科學本質強調實證性的知識，被接受為科學知識通常其內在具一致性，且是基於抽象的邏輯演繹證明，並以模型來解釋現象，被接受為科學的知識通常其內在具一致性，而數學本質則經常是非實證性的數學物件組成，藉由一連串的邏輯推理達到相互之間的關係與連結，且科學教學與數學教學在本質上也有很大的差異(蔡淑君、段曉林、邱守榕，2006)，最明顯的是數學教學少了科學教學中實驗的歷程，強調抽象思考及演練的重要(Colburn, 2000; Schneider et al., 2005; Pappas, 2000; Whitin, 2006)。可見科學探究與數學探究在定義、教學模式及教學目標上確實存在著差異。是故，對於探究師資培育來說，科學教師與數學教師對探究的理解，所認知的探究教學的意義，和引導與評量探究的能力的策略及技能，甚至對學生探究表現的期盼方面可能

就會呈現出不同的教學效能。有鑑於此，本研究除了以實際行動方式來培育教師探究教學的能力，也分別就科學與數學科教師進行比較，以瞭解兩者在探究教學效能上所呈現的差異。

參、研究方法

一、師培課程

本研究於暑期針對教學碩士班一年級、二年級學生實施不同的探究教學相關課程，課程分成二階段，第一、二年為第一階段，實施探究教學所需知能的主要課程，一年級學生主要施以探究基本的教學知能，例如「基礎科學/數學探討」，內容主要介紹科學/數學探究的相關知識、探究演練及探究活動設計實作，以及相關論文閱讀與評析；「數理教學原理與策略」將課程主要分成探究效能、探究教學效能與探究教學心理學三部分同時進行。二年級的課程加入更多引導實作的課程及教學的演練，以提升教師探究教學的實務經驗，亦隨時透過研究群定期的會議提供活動設計及實作的修正意見。而第三年的課程為第二階段，主要提供研究對象定期的小型研討會議、研究方法並指導其進行探究教學相關的行動研究。

二、研究對象

研究對象以某師範院校科學教育研究所的第一梯次 28 名及第二梯次 27 名，共計 55 名中學在職科學與數學教師，於該所進修暑期教學碩士班，其中包括 33 位數學老師、22 位科學老師，第一、二年皆接受探究師資培育計畫的基礎課程，第二年之後加入研究群從事深入的探究教學研討，第三年並以探究教學為主題進行行動研究。

三、研究設計

研究以問卷調查法為主要資料蒐集的方式，研究者在參與的教師暑期進修期間分別實施，第一、二年即第一階段，主要課程培育期間分別於暑期課程開始(七月初)，及暑期課程結束(八月底)，實際共計四次。第三年即第二階段，培育課程期間僅於教師完成行動研究後實施一次，共計五次的探究教學效能問卷資料，以了解教師的探究教學效能增長情形。

四、研究工具

教師科學探究教學效能問卷(Inquiry Teaching Efficacy Questionnaire, ITEQ)(Tuan & Wen, 2005)內容經過 299 位科學與數學教師的測驗結果，通過因素分析考驗，另外各個向度的 alpha 值為：探究能力(IC, .85)、探究的理解(UI, .84)、探究教學能力(ITC, .88)、引導和評量探究(GAI, .86)，以及探究教學表現期望(EITO, .91)，問卷中對於實施程度之填答，採用李克特式四點量表，得分依序為 1 至 4 分，1 分為非常不同意，2 分不同意，3 分為同意，4 分為非常同意。問卷內容及範例描述如下表 1。

表 1 教師探究效能問卷內容及範例描述

向 度	描 述	範例題
探究能力 (IC)	測量教師對他們在實行探究活動時，所具的探究能力的自信	我能找到探究的主題 我能規劃探究的歷程
探究的理解 (UI)	測量教師對探究本質的理解	科學(數學)家有許多種進行探究的理由 科學(數學)的解釋必須是合理的
探究教學能力 (ITC)	測量教師在實行科學探究教學時對於其具備的能力的自信	我有能力運用不同的探究教學策略 在探究教學過程中我有能力協助學生

表 1 教師探究效能問卷內容及範例描述(續)

向 度	描 述	範例題
引導和評量探究 (GAI)	測量學生實際進行探究活動時，教師引導和評量的能力	我能引導學生從實驗中分析資料 我能評量學生問題解決的能力和技巧
對探究教學表現的期望(EITO)	測量教師對於自身探究教學表現的自信和期望	對於學生能從教學的材料中發現探究的樂趣我扮演重要的角色 在學生提問的過程中我扮演很重要的角色

五、資料分析

本研究在問卷回收後，以 SPSS for Windows 12.0 版統計套裝軟體進行統計分析，並進行 t 檢定、共變數分析以及重複量數分析。

肆、研究結果與討論

為瞭解教師不同階段的探究效能，以平均數、標準差及排序的方法，分析其成長情形，並以相依樣本 t 考驗、共變數分析考驗不同學科背景變項的教師教學效能成長的差異，及重複量數比較不同階段的成長變化。茲將問卷施測結果就整體、各分向度的教師效能分析如下。

一、不同階段整體及各向度探究教學效能之情形分析

就整體的探究教學效能而言，五個向度依高至低程度其排序分別為包含探究理解($M=3.90$)、探究能力($M=3.47$)、引導與評量探究的能力($M=3.46$)、探究教學能力($M=3.42$)、對探究表現的期望($M=3.35$)。在第一年課程實施前後的比較中，探究能力($t=3.42, p < .01$)、探究教學能力($t=2.34, p < .05$)達顯著的差異；第二年的課程實施前後的比較中，探究能力($t=2.22, p < .05$)、探究教學能力($t=2.64, p < .01$)及探究表現的期望($t=0.54, p < .01$)達顯著的差異，但整體探究教

學的效能第一年($t=3.80, p < .01$)及第二年($t=3.53, p < .01$)皆達顯著的提升，顯示第一、二年的正式課程實施後教師的探究教學效能是提升的，如表 2 所示。

表 2 不同階段教師在暑期探究課程前後探究教學效能的差異情形(M/SD)

		人數	前測 (M/SD)	後測 (M/SD)	t 值	p 值
探究能力	第一年	55	2.73/ .28	2.89/ .25	3.65	.00**
	第二年	55	2.85/.28	3.00/ .45	2.22	.03*
	第三年	55	3.47/ .54			
探究理解	第一年	55	3.24/ .38	3.31/ .35	0.93	.35
	第二年	55	3.26/ .38	3.30/ .38	0.61	.54
	第三年	55	3.90/ .66			
探究教學能力	第一年	55	2.63/ .32	2.83/ .53	2.34	.02*
	第二年	55	2.72/ .34	2.87/ .42	2.64	.01**
	第三年	55	3.42/ .56			
引導與評量學生探究能力	第一年	55	2.88/ .36	2.95/ .30	1.70	.10
	第二年	55	2.90/ .36	2.93/ .35	0.72	.48
	第三年	55	3.46/ .50			
對探究表現的期望	第一年	55	2.79/ .33	2.91/ .40	1.92	.06
	第二年	55	2.79/ .45	2.98/ .41	0.54	.01**
	第三年	55	3.35/ .60			
整體探究教學的效能	第一年	55	2.85/ .22	2.98/ .23	3.80	.00**
	第二年	55	2.91/ .24	3.02/ .27	3.53	.00**
	第三年	55	3.52/ .51			

* $p < .05$; ** $p < .01$

二、不同學科背景教學效能之整體及各向度成長情形分析

以各向度的第一年前測成績作為共變數排除後，在第三年結束探究師培課程後的成績方面，科學組教師與數學組教師有顯著性的差異，探究能力($F=7.99, p<.01$)、探究理解($F=5.35, p<.05$)、引導與評量探究的能力($F=7.17, p<.01$)、探究教學能力($F=15.83, p<.01$)、對探究表現的期望($F=15.15, p<.05$)、整體探究教學的效能($F=10.79, p<.01$)，由平均數來看科學組教師的表現皆顯著優於數學組教師，尤其在探究能力及引導與評量探究的能力方面有更為顯著的差異，顯示在整體探究課程之後，排除培育之前的差異性，單純以效能成長的情形來看，科學組教師的成長情形比數學組教師的成長情形表現佳，如表 3 所示。

表 3 不同學科背景在探究課程後究教學效能的差異情形之共變數分析摘要表

	數學組 (N=33) M/SD	科學組(N=22) M/SD	F 值	p 值
探究能力	3.12/ .09	3.70/ .11	7.99	.01**
探究理解	3.74/ .11	4.15/ .14	5.35	.03*
探究教學能力	3.27/ .09	3.64/ .11	7.17	.01**
引導與評量探究的能力	3.28/ .07	3.75/ .09	15.83	.00**
對探究表現的期盼	3.21/ .10	3.56/ .13	4.47	.04*
整體探究教學的效能	3.36/ .08	3.77/ .10	10.79	.00**

* $p<.05$; ** $p<.01$

三、不同學科背景分別在不同專業成長時間(培育前、第一年後、第二年後及第三年後)效能成績之整體及各向度探究教學效能之轉變情形分析

因為在所有向度的二因子混合設計變數分析中，除了探究理解的效能，不同學科背景，與分別三年的後測成績的交互作用無顯著差異外($F=2.37, p>.05$)，不同學科背景，不同專業成長時間教師在探究教學後效能成績的交互作用方

面，探究能力($F=7.896, p < .01$)、探究教學能力($F=4.76, p < .01$)、引導與評量探究的能力($F=7.98, p < .01$)、對探究表現的期望($F=6.09, p < .01$)及整體探究教學的效能($F=8.62, p < .01$)，皆呈現顯著性的差異。表示二個自變項(學科背景及專業成長時間)的交互作用對效能的表現是存在影響的，及學科背景的不同可能在不同的培育時間展現不同的效能，也因此我們發現在效能的各向度中，科學組和數學組教師在不同專業成長時間呈現不同型態的成長情形，因此應進一步進行自變項(學科背景及專業成長時間)之單純主要效果檢定，分別分析如下：

(一) 探究能力

表 4 不同學科背景不同專業成長時間探究能力效能的差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
學科背景在					
培育前	0.11	1	0.11	1.35*	科>數
第 1 年後	0.35	1	0.35	6.08	數>科
第 2 年後	0.16	1	0.16	2.51	科>數
第 3 年後	2.44	1	2.44	9.58**	科>數
專業成長時間在					
<i>LSD</i>					
科學組	13.08	3	4.36	46.33**	IV> III/II/I** III>II/I** ; II>I**
數學組	6.25	3	2.09	20.52**	IV> III/II/I** III>I** ; II>I**

* $p < .05$; ** $p < .01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

探究能力效能的平均數變化情形

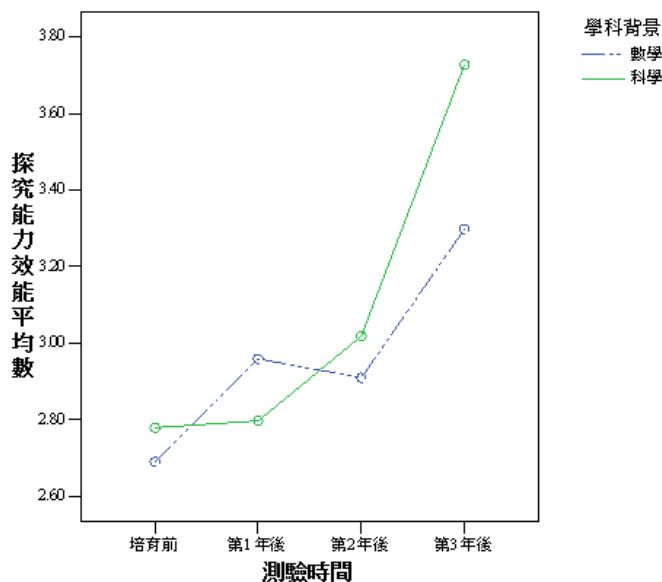


圖 1 不同學科背景不同專業成長時間探究課程後探究能力效能的轉變情形

就表 4 及圖 1 探究能力的效能來看，在培育課程前科學組教師的效能略優於數學組教師，而第一年培育課程後數學組顯著優於科學組($F=6.08, p < .05$)，顯見第一年的課程對數學教師探究能力效能的提升有極大的幫助，第三年培育課程後則是科學組顯著優於數學組教師($F=9.58, p < .01$)，分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，科學組教師呈現逐年顯著的成長，但是數學組教師則在第二年略顯退化，但是第三年課程後的效能則顯著優於第一、二年，顯示數學組教師在進入第二年的教學實務實作及研討課程後相較於第一年的課程探究能力方面並未有良好的效能展現，但是第三年(第二階段)的課程之後，二組教師皆展現極佳的探究能力。

(二) 探究理解

表 5 不同學科背景，不同專業成長時間探究課程後，探究理解效能的差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
學科背景在					
培育前	1.17	1	1.17	1.21	數>科
第1年後	0.05	1	0.05	0.42	科>數
第2年後	0.03	1	0.03	0.18	科>數
第3年後	2.11	1	2.11	5.14*	科>數
專業成長時間在					
<i>LSD</i>					
科學組	12.30	3	4.20	28.64**	IV> III/II/I** ; II>III III> I
數學組	5.20	3	1.74	7.92**	IV> III/II/I** ; I = II= III

* $p < .05$; ** $p < .01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

探究理解效能的平均數變化情形

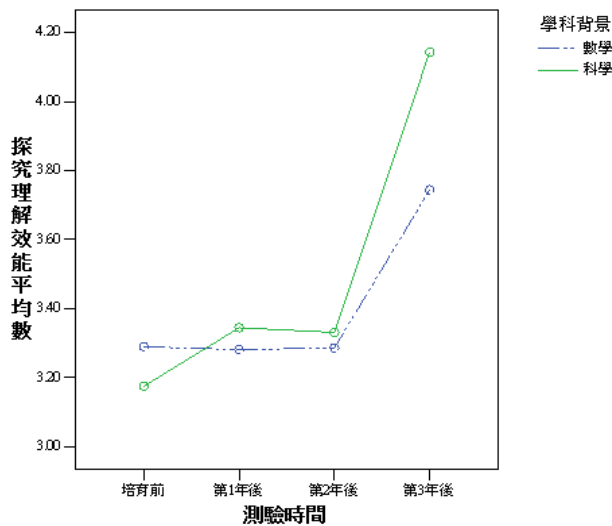


圖 2 不同學科背景不同專業成長時間探究課程後探究理解效能的轉變情形

就表 5 及圖 2 探究的理解的效能來看，在培育課程前數學組教師的效能略優於科學組教師，而科學組在第三年顯著優於數學組教師($F=5.14, p < .05$)，第一、二年課程後，科學組優於數學組但沒有顯著的差異。分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，第一年的課程對科學組教師的探究理解的效能的提升有所幫助，而第二年的課程後則無任何效能的成長，數學組教師則是在一、二年的課程後，皆不見探究理解效能的成長，此現象值得深入的探究。在第三年課程後效能皆顯著優於第一、二年，且科學組比數學組有更高的成長幅度，顯示在探究理解方面，第一、二年並無顯著的成長變化，但第三年(第二階段)的課程實施後，相較於第一階段探究理解的效能有更優異的展現，且在這方面，科學組教師比數學組教師有更明顯的表現。

(三) 探究教學能力

表 6 不同學科背景，不同專業成長時間探究教學能力效能的差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	事後比較
學科背景在					
培育前	0.44	1	0.44	4.40*	科>數
第1年後	0.19	1	0.19	0.64	數>科
第2年後	0.02	1	0.02	0.01	科>數
第3年後	2.97	1	2.99	11.29*	科>數
專業成長時間在					
<i>LSD</i>					
科學組	13.96	3	4.66	19.13**	IV> III/II/I** ; III>II>I
數學組	7.57	3	2.52	19.04**	IV> III/II/I** ; III>I** ; II>I** ; II>III

* $p < .05$; ** $p < .01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

探究教學能力效能的平均數變化情形

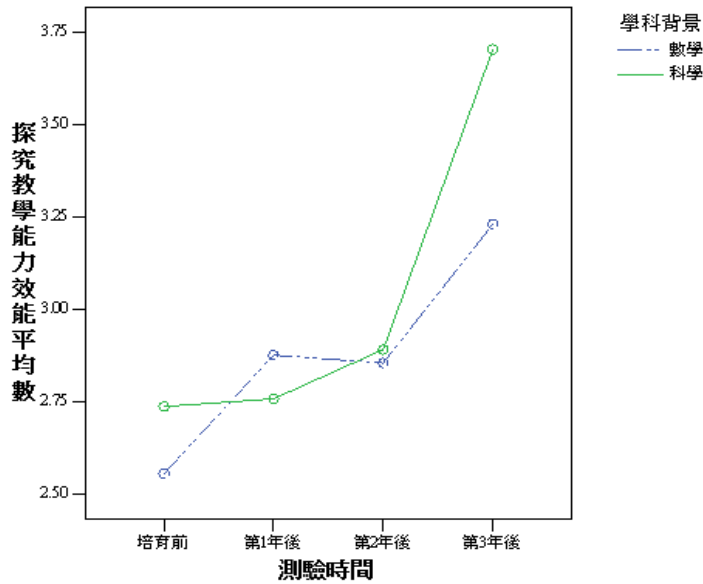


圖 3 不同學科背景不同專業成長時間探究課程後探究教學能力效能的轉變情形

就表 6 及圖 3 探究教學能力的效能來看，在培育課程前科學組教師的效能略優於數學組教師，科學組在第三年顯著優於數學組教師($F=11.29, p < .05$)，在第一年數學組顯著優於科學組，但第二年不同學科背景皆無顯著差異。分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，科學組教師雖呈現逐年的成長，但相較於第一、三年，第二年皆呈現統計上不顯著的成長，數學組教師在第一年的課程後，在探究教學能力的效能方面展現相當顯著的成長，但在第二年的課程後卻呈現效能退化的情形，顯示第二年教學實務實作的課程，對數學教師的探究教學效能並無幫助，是否存在阻礙發展的影響因素值得深入探討。而第三年課程後的效能則皆顯著優於第一、二年，且科學組比數學組有更高的成長幅度，顯示在探究教學能力方面，第一、二年並無顯著的成長變化，但第三年(第二階段)的課程實施後，相較於第一階段探究教學能力效能有更優異的展現，且科學組教師比數學組教師在這方面有更明顯的表現。

(四) 引導與評量探究的能力

表 7 不同學科背景，不同專業成長時間引導與評量學生探究能力效能的差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
學科背景在					
培育前	0.25	1	0.25	1.97	科>數
第 1 年後	0.01	1	0.01	0.14	科>數
第 2 年後	0.02	1	0.02	0.13	科>數
第 3 年後	3.54	1	3.54	18.67**	科>數
專業成長時間在					
<i>LSD</i>					
科學組	10.87	3	3.62	31.33**	IV> III/II/I** I = II = III
數學組	3.49	3	1.17	14.91**	IV> III/II/I** III>I* ; II>I* ; III>II

* $p < .05$; ** $p < .01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

引導與評量探究教學效能的平均數變化情形

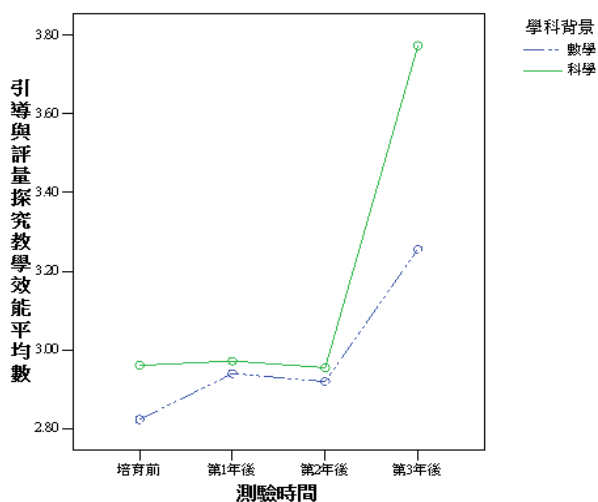


圖 4 不同學科背景不同專業成長時間探究課程後引導與評量學生探究能力效能的轉變情形

就表 7 及圖 4 引導與評量學生探究能力的效能來看，在培育課程前科學組教師的效能略優於數學組教師，科學組在第三年顯著優於數學組教師($F=18.67$, $p<.01$)，第一、二年則是科學組優於數學組，但沒有顯著的差異。分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，科學組教師在一、二年的課程後，皆不見引導與評量學生探究能力效能的成長，數學組教師則在第一年課程後產生顯著的進步，但第二年也呈現停滯的狀況，而第三年課程後的效能二組又皆顯著優於第一、二年，且科學組與數學組皆有相當高的成長幅度。顯示在探究教學能力方面，第三年(第二階段)的課程實施後，相較於第一階段引導與評量學生探究能力效能有更優異的展現。

(五)對探究教學表現的期望

表 8 不同學科背景，不同專業成長時間對探究教學表現的期望效能的差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
學科背景在					
培育前	0.13	1	0.13	1.16	數>科
第 1 年後	1.39	1	1.39	10.17**	數>科
第 2 年後	0.12	1	0.12	0.71	數>科
第 3 年後	1.55	1	1.56	4.64*	科>數
專業成長時間在					
LSD					
科學組	10.26	3	3.40	21.07**	IV> III/II/I** III>I ; III> II ; II< I
數學組	2.42	3	0.81	4.64**	IV>I** ; IV>III ; IV>II II>I* ; III<II

* $p<.05$; ** $p<.01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

對探究教學表現期望效能的平均數變化情形

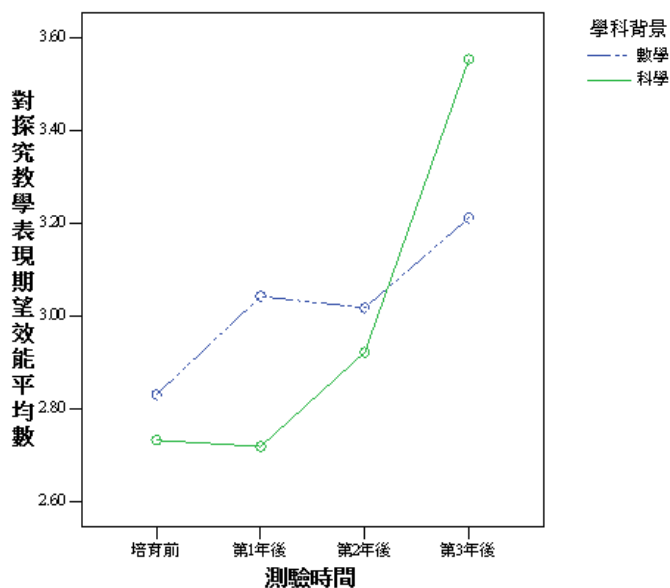


圖 5 不同學科背景不同專業成長時間探究課程後探究教學表現的期望效能的轉變情形

就表 8 及圖 5 對探究教學表現的期望的效能來看，在培育課程前數學組教師的效能略優於科學組教師，數學組在第一年顯著優於科學組 ($F=10.17, p < .01$)，第二年仍是數學組優於科學組，第三年科學組則顯著優於數學組教師 ($F=4.634, p < .05$)，分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，數學組教師在第一年的課程後對探究教學的期望的效能有顯著的提升，但科學組則沒有顯著的變化，而在第二年的課程後，數學教師的效能卻產生退化的情形，但科學組教師卻有顯著性的成長，而在第三年的培育課程後，效能皆顯著優於第一、二年，且科學組比數學組教師有更高的成長幅度。顯示在探究教學表現的期望效能方面，但第三年(第二階段)的課程實施後，相較於第一階段的效能有更優異的展現。

(六) 整體探究教學的效能

表 9 不同學科背景，不同專業成長時間整體探究教學效能差異情形之變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	事後比較
學科背景在					
培育前	0.02	1	0.02	0.41	科>數
第 1 年後	0.14	1	0.14	2.78	數>科
第 2 年後	0.01	1	0.01	10.25	科>數
第 3 年後	2.48	1	2.48	11.44**	科>數
專業成長時間在					
科學組	11.94	3	3.98	47.40**	LSD IV> III/II/I** III>I** ; III>II>I
數學組	4.50	3	1.50	18.13**	IV> III/II/I** III>I** ; II>I**

* $p < .05$; ** $p < .01$; 科：科學教師；數：數學教師

I：培育前；II：培育第一年後；III：培育第二年後；IV：培育第三年後

整體探究教學效能的平均數成長情形

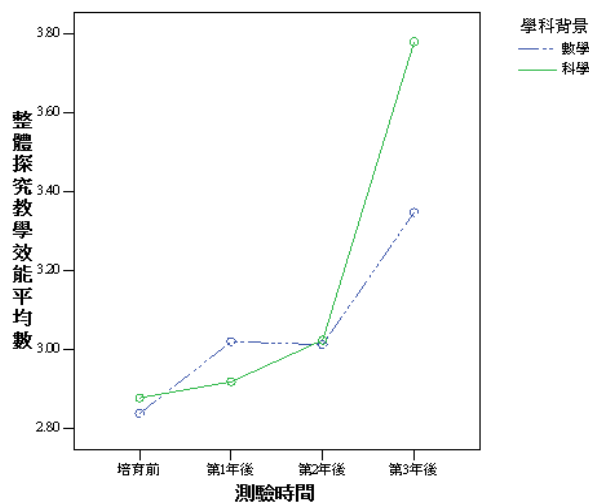


圖 6 不同學科背景，不同專業成長時間探究課程後，整體探究教學效能的轉變情形

就表 9 及圖 6 整體探究教學的效能來看，在培育課程前科學組教師的效能略優於數學組教師，在第一年數學組優於科學組，但沒有顯著的差異，第二年不同學科背景的幾乎呈現相當的探究教學效能，分別觀察科學組與數學組在不同專業成長時間之事後比較的差異中發現，數學組教師在第一年的課程後整體探究教學效能有大幅的提升，但第二年卻略呈現退化的情形，而科學組教師則呈現逐年的成長的情形，因此顯現出在第一、二年(第一階段)的培育課程後，科學組教師與數學組教師呈現幾乎相等的探究效能，但第三年(第二階段)培育課程後整體探究教學效能皆顯著優於第一、二年，且科學組比數學組有較高的成長幅度。

伍、結論與建議

一、結論

(一)教師在不同階段的培育課程中獲得不同向度的效能成長，且效能深受教學實務的影響

經過三年的師資培育課程，就整體的探究教學效能而言，數理教師皆呈現高度成長的探究教學效能，且效能的大幅提升皆集中於第三年的課程實施後。特別是在探究的理解的效能方面，在第三年透過教師的行動研究而增進教師對探究的理解，證實探究的理解僅透過課程的傳授對教師而言是不容易完全內化的(溫明麗、黃乃瑩、林建福、黃純敏、黃桂君、陳怡如、梁瑞芸，2002)。第一年教師參與許多的探究活動，所以在探究能力方面有極佳的表現，因此教師的效能反映出師資培育課程內容的成效。第二年因為教師進入教學實務現場實作，並進行實作案例的討論階段，因此在探究教學表現的期望的效能方面也呈現進步(Shymansky, 2008; van Driel et al., 2001)。研究發現第三年課程後相較於前二年教師展現非常顯著的效能成長，尤其是探究理解的效能的提升方面，探討其因素可能是與研究群之間的互動更為緊密，能透過研究群解決其教學過程中面臨的困境，其次是教師在行動研究的過程中不斷將理論與實務整合(Mckernan, 1991; Millis, 2003)，因而展現出更為完備的探究教學自我效能。

(二)科學組教師比數學組教師在專業成長計畫中獲得較多的效能成長

科學組教師的表現各向度皆顯著優於數學組教師，且主要是在第三年的表現，尤其在探究能力及引導與評量學生探究的能力方面有較大的差異，探究能力普遍認為還是比較屬於科學取向的，且科學與數學本質存在很大的差異性(Lederman & Niess,1998; Schwartz et al., 2001)，而引導及評量探究的能力則可能是數學科更受到時間和教學進度壓力及測驗形式的限制(Roehrig & Luft, 2004)，且評量的特質方面科學原本就強調歷程的評量(Pappas, 2000; Whitin, 2006)，而數學科通常重視紙筆的測驗與總結性的測驗，因此數學教師不易在這個領域獲得自我效能。整體而言，教師在整體的探究課程中，科學組比數學組教師獲得更高的探究教學效能。

(三)不同學科背景的教師在不同的專業成長時間展現不同的探究教學效能成長趨勢

在第一年的課程設計中，強調帶領教師實際經歷探究的過程(Brand & Moore, 2010)、示範探究教學的過程、引導教師觀摩成功的探究教學案例(Labone, 2004)，並引入多元評量的概念與策略，對數學教師的教學效能的提升產生很大的幫助。但是在第二年的課程中，因為不再引導教師進行探究活動，因此教師沒有持續保留探究能力的效能，且教師進入教學的實際演練，挫折也使其對探究表現的期望有所減退；反觀科學組教師在第一、二年的專業成長課程中除了引導與評量學生探究能力的效能外，幾乎呈現穩定上升的成長趨勢，尤其在第二年的專業成長後，顯見科學組教師面臨的教學實務的壓力與挑戰較少，另一方面可能是不同的研究群所提供的支持效能不同，使科學組教師能透過研究群得到所需的協助；且在第三年的課程後，科學組比數學組累積的效能提升明顯的優於數學組，而有較高的成長幅度，顯見教師透過行動研究在教學中獲得驗證理論的成功經驗(Stronge, 2002)。研究也發現第一階段的課程對數學組的幫助比較大，而第二年的課程對科學組的幫助比較大。

二、建議

(一) 提供教師返回職場實作過程的支持

鑑於教師在第一、二年間返回職場後，探究教學效能呈現停滯或退化的情形，顯見教師面對實際教學情境的艱鉅挑戰中，產生挫折，而當教師無法透過專業成長的途徑解決其困惑時，其探究教學效能自然呈現退化或停滯的狀況。因此師資培育課程必須能協助教師尋求思考解決之道(Kazempour, 2009; Roehrig & Luft, 2004)。

(二) 長期的專業成長課程的需要

教師探究能力的培養必須透過實際演練，探究的理解必須結合專業知識的傳授與驗證的機會(Keys & Bryan, 2001)，而探究教學的能力和引導與評量探究的能力教學是比較需要實際的教學經驗配合(Yager, 2005)，且能力與效能是需要時間不斷累進的，而對探究的自我期望更需要透過足夠的效能並結合教學實務中獲得的教學認同與自信逐漸累積形成，因此研究中也讓我們發現長期的專業成長計畫的必要，如此方能促使教師教學觀點與實務獲致持續性的轉變與保留(Crawford, 2007; Keys & Bryan, 2001)。

(三) 可增加教師的書面心得反思資料作比較

在課堂中規劃個案老師會將討論的結果及課堂的學習心得撰寫成日誌，且教師皆有個人及小組完成的探究教學活動設計，並要求不斷進行修改，如此得以協助教師反思自身的數學探究教學效能之建構，因此在量化數據的呈現同時，若能輔以教師的書面心得反思資料作比較，更能深入探究教師效能轉變的情形及可能造成轉變的影響因素。

參考文獻

- 王秀惠(2003)。國小自然與生活科技領域教師教學信念、教學效能與教學行為之相關研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 朱仲謀(譯)(2006)。行動研究—原理與實作(原作者：J. McNiff, J. Whitehead)。臺北市：五南。

- 沃文豪(2007)。國小教師之科學教學自我效能與科學教學行為相關研究(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 林勇吉、秦爾聰、段曉林(2010)。以敘說探究探討一位國中教師發展數學探究教學之信念與實務。教育科學研究期刊，3(55)，1-32。
- 林淑楞、張惠博、段曉林(2009)。促進實習教師教學學習的夥伴實習輔導。教育科學研究期刊，54(1)，23-55。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。臺北市：教育部。
- 連思漢、熊召弟(2006)。師資培育機構及小學現場對職前教師科學學科教學知識發展之影響研究。科學教育研究與發展季刊，57，21-54。
- 郭麟瑤(2007)。國中數學科教師在九年一貫課程數學學習領域中教學信念與教學行為表現之研究(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東市。
- 陳火城(2004)。高雄市國小教師數學教學信念與教學效能關係之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 陳均伊(2011)。教師專業成長之個案研究——一位國中自然教師探究教學觀點的轉變。教育科學研究期刊，55(2)，233-264。
- 曾千純、段曉林、溫嫩純、秦爾聰、王國華(2007，12月)。探討「探究師資培育計畫」對於科學/數學教師探究教學效能轉變的影響。論文發表於第二十三屆中華民國科學教育學術研討會，高雄市：國立高雄師範大學。
- 黃國彥(2008)。高中生活科技科教師教學信念與教學效能之研究(未出版之碩士論文)。高雄師範大學，高雄市。
- 黃萬居、熊瑞棻(2004)。新世紀國小科學教師專業素養之研究。臺北市立師範學院學報，35(2)，201-230。
- 溫明麗、黃乃熒、林建福、黃純敏、黃桂君、陳怡如、梁瑞芸(譯)(2002)。行動研究教育學(原作者：R. D. Parsons, S. L., Hinson, & D. S. Brown)。臺北市：雙葉。
- 甄曉蘭(2003)。課程行動研究：實例與方法解析，臺北市，師大書苑。
- 蔡淑君、段曉林、邱守榕(2006)。數理教師對科學、數學與數理統整的態度與信念。科學教育學刊，14(5)，545-570。
- 魏育琳(2005)。探討以開放式探究教學為焦點的自然教師成長團體之個案研究(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化市。
- 饒見維(1999)。從九年一貫課程談「學校本位課程發展」與「學校本位教師專業發展」的同步發展策略。研習資訊雙月刊，16(6)，13-24。

- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy, Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education, 13*, 1-12.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning Press.
- Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review, 15*(1), 1-40.
- Brand, B. R., & Moore, S. J. (2010). Enhancing teachers' application of inquiry-based strategies using a constructivist sociocultural professional development model. *International Journal of Science Education, 7*(33), 1-25.
- Colburn, L. K. (2000). *An analysis of teacher change and required supports as technology is integrated into classroom instruction*. Unpublished doctoral dissertation, Vanderbilt University, Nashville, TN.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching, 44*, 613-642.
- Erdem, E., & Demirel, Z. (2007). Teacher self-efficacy belief. *Social Behavior & Personality: An International Journal, 35*(5), 573-586.
- Glanz, J. (2003). *Action research: An educational leader's guide to school improvement*. Christopher-Gordon.
- Hawley, W. D., & Valli, L. (1999). The essentials of effective professional development: A new consensus. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 127-150). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Howard, E. (2003). How supervision influences teacher efficacy and commitment: An investigation of a path model. *Journal of Curriculum and Supervision, 18*(2), 110-141.
- Kazempour, M. (2009). Impact of inquiry-based professional development on core conceptions and teaching practices: A case study. *Science Educator, 18*(2), 56-68.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching, 38*, 631-645.

- Labone, E. (2004). Teacher efficacy: Maturing the construct through research in alternative paradigms. *Teaching and Teacher Education*, 20, 341-359.
- Lavonen, J., Jauhiainen, J., Koponen, T. I., & Kurki-Suonio, K. (2004). Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education. *International Journal of Science Education*, 26(3), 309-328.
- Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1998). 5 Apples + 4 Oranges = ? *School Science and Mathematics*, 98(6), 281-284.
- Lee, J. C. K., Lo, L. N. K., & Walker, A. (2004). Partnership and change for school improvement. In J. C. K. Lee, L. N. K. Lo, & A. Walker (Eds.), *Partnership and change: Toward school development* (pp. 1-30). Hong Kong: The Chinese University Press; Hong Kong Institute of Educational Research.
- Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1318-1347.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry-based professional development program on beginning and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23(5), 517-534.
- Marshall, J. C., Horton, R., Igo, B. L., & Switzer, D. M. (2009). K-12 science and mathematics teachers' beliefs about and use of inquiry in the classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 575-596.
- Mckernan, J. (1991). *Curriculum action research*. London: Kogan Page.
- Michael, R. (2005). Using the multiple intelligences to enhance instruction for young children and young children with disabilities. *Early Childhood Education Journal*, 32(4), 255-259.
- Millis, G. E. (2003). *Action research: A guide for the teacher researcher*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.

- Minstrell, J., & van Zee, E. H. (Eds.) (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2001). Teacher induction and elementary science teaching: Enhancing self-efficacy. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 243-261.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2005). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pappas, M. J. (2000). Managing the inquiry learning environment. *School Library Media Activities Monthly*, 16(7), 27-30.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Riggs, I. M., Enochs, L. G., & Posnanski, T. J. (1998). *The teaching behaviors of high versus low efficacy elementary science teachers*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, San Diego.
- Roehrig, G. H., & Luft, J. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26, 3-24.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., Blumenfeld, P. (2005). Enacting reform-based science materials: The range of teacher enactments in reform classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 283-312.
- Schwartz, R. S., Gfeller, M., & Lederman, N. G. (2001, January). *Nature of science and nature of mathematics: Natural connections or strange bedfellows?* Paper presented at the annual meeting of the Association for Educators of Teachers of Science. Costa

Mesa, CA.

- Settlage, J. J. (2000). Understanding the learning cycle: Influences on abilities to embrace the approach by preservice elementary school teachers. *Science Education*, 84, 43-50.
- Shymansky, J. A. (2008, March). *Teachers helping teachers teach science inquiry: The "just ask" project*. Paper presented at the International Conference of Professional Development and Student Learning for Innovative Science Curricula, Taipei, Taiwan.
- Stronge, J. M. (2002). *Qualities of effective teachers*. VA: ASCD.
- Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963-980.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783-805.
- Tuan, H. L., & Wen, M. C. (2005, November). *The development of an inquiry teaching efficacy questionnaire*. Paper presented at the International Conference of Authentic Science and Mathematics (Teacher) Education in the Netherlands and Taiwan. Hsinchu, Taiwan.
- van Driel, J. H., Beijard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137-158.
- Wallace, C. S., & Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Wee, B., Shepardson, D., Fast, J., & Harbor, J. (2007). Teaching and learning about inquiry: Insights and challenges in professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 63-89.
- Wheatley, K. F. (2002). The potential benefits of teacher efficacy doubts for educational reform. *Teaching and Teacher Education*, 18(1), 5-22.
- Whitin, P. (2006). Meeting the challenges of negotiated mathematical inquiry. *Teaching & Learning: The Journal of Natural Inquiry and Reflective Practice*, 21(1), 59-83.

- Windschitl, M.(2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.
- Yager, R. E. (2005). Accomplishing the visions for professional development of teachers advocated in the national science education standards. *Journal of Science Teacher Education*, 16(2), 95-102.
- Yilmaz, H., & Cavas, P. H. (2008). The effect of the teaching practice on pre-service elementary teachers' science teaching efficacy and classroom management beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(10), 45-54.

Effect of Inquiry-Based Teacher Education Program on High School Science and Mathematics Teachers' Inquiry Teaching Efficacy

Ching-Chun Tseng Hsiao-Lin Tuan*
Meichun-Lydia Wen Erh-Tsung Chin
Kuo-Hua Wang

Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

*suhl Tuan@cc.ncue.edu.tw

Abstract

This study explored the development of inquiry teaching in science and mathematic teachers and differences between their development. The subjects were a group of 55 in-service high school science and mathematics teachers enrolled in a 3-year (2-stage) master level teacher education program that emphasized inquiry-based teaching development. The research design was a questionnaire survey using the Inquiry Teaching Efficacy Questionnaire (ITQ) (Tuan & Wen, 2005), administered five times over the 3-year research period. The ITEQ comprised five dimensions: understanding of inquiry, inquiry competence, inquiry teaching competency, inquiry guidance and assessment, and expectation of inquiry teaching outcome. Overall ITEQ reliability (alpha value) was .94. The findings indicated that (1) After the 3-year (2 stages) of inquiry teacher education program, teachers showed significant progress in their inquiry teaching efficacy; (2) The inquiry teaching efficacy development of teachers were highly influenced by their teaching practice; and (3) Science teachers showed more significant improvement in inquiry teaching efficacy than mathematics teachers throughout different stages and different ITEQ dimensions. Implications of this study were also discussed.

Keywords: inquiry teaching, teacher education, teaching efficacy

