科學教育學刊
2004, 第十二卷第一期, 83-105

Chinese Journal of Science Education
2004, 12(1), 83-105

行動研究促進初任數學教師的教學成長

陳英娥[1]　林福來[2]
[1]輔英科技大學 幼保系
[2]國立台灣師範大學 數學系

（投稿日期：民國 90 年 4 月 30 日，修訂日期：92 年 5 月 5 日，接受日期：92 年 9 月 10 日）

摘要：本研究主要目的是探究一位初任數學教師參與行動研究以促進其教學成長的歷程及教學知能成長的狀況。研究方法採用行動研究法。收集的資料包括教室觀察雜記、教學現場的錄影帶和課後訪談資料。資料分析採用精密分析。研究結果發現：初任教師教學知能的成長包括診斷教學和培養學生的數學感的教學活動增加；教學思維從關心教材轉移到關心學生的想法。這位初任教師教學專業的成長是一個教學推理的類比學習與教學認知衝突的學習之交互作用模型。

關鍵詞：行動研究、初任教師、專業成長。

緒　論

初任第一年是教師專業成長的重要關鍵。初任教師的學校經驗和教室經驗可能會催化或抑制一個有效教學的萌芽。要讓初任教師準備成爲專業化的教師的同時，我們必須考慮到初任第一年的教學現實，這些教學現實可能讓初任教師無法將培育過程中對於教學的願景付諸實現。初任教師必須同時兼顧學校的文化又要照顧到學生應該學到那些知識和技能，這些對於教師想要怎麼去實踐他的教學想法而言，都是重要的變數（Zumwalt, 1990）。

初任教師在教學的第一年，首先要面對的就是求生存的問題（Karge, Sandlin & Young, 1993）。他們要關心自己的生存，又必須同時照顧到教學責任和學生的學習是相當困難的。在國內，關於初任數學教師的研究（張宏志和柳賢, 1995, 張宏志, 1996）顯示：初任教師教學的數學知識不足、偶而還誤導學生的錯誤概念；教學經驗不足導致教學策略無法達到實質的效果；他們對於數學教材間的關聯缺乏充分的認知；並且較少考量到學生的思考及推理能力的培養。因此，若期望初任教師在教學的第一年能有良好的教學知能的發展，則提供幫助他們克服最初的成長困難之輔導方案是必需的。

事實上，我們上一年的研究已經發現學生

教師會因爲培育場域與現實教學場域的不一致而造成他們對教學概念的認同與實踐的落差（林福來, 1999）。爲了解決上述的問題，我們引進 Ruthven（1999）保證式實作（warranted practice）的主張。所謂“保證式”有兩層意義，一是教學實作中形成教學意圖時要有明確的判斷基礎；二是必須確保教學實作能實踐其教學意圖。就我們目前的實習輔導制度來說，實習階段其實是類似上述師徒制的輔導制度，但是，輔導教師的功能往往沒有充分發揮出來。因此，也就沒有確實去研議幫助實習教師實踐其教學意圖，並且能順利過渡成爲一位適任教師的培育方式。

本研究中的初任教師是大五實習教師，以代課抵實習。我們觀察她的專業發展今年是第四年。去年研究告一段落時，我們發現她在大四試教期間的教學有很漂亮的成份，包括：實驗操作、分析證明過程、回顧證明過程、內容一般化或方法一般化。她善用類比、連結，但是缺點是自己演示多於學生操作；教師操作演示之後直接口述結果，沒有讓學生總結實驗操作的發現。另外，她在分析證明思路時是從自己教學的角色出發，沒有銜接學生的思路作爲教學的起點。而在處理數學的一般化過程中，她也沒有在關鍵點提供學生作推理的機會。因此，我們的結論是她具有很好的教學想法，又具有成長的意圖。但是，她的教學實作常常是空有理念而缺乏實質內涵。而行動研究正好可以解決理論與實務之間的差距。因此，接下來這一年，我們選擇以行動研究作爲策略，來幫助她實踐她自己的教學想法，發展她的教學知能。

本研究中，我們希望藉由參與初任教師發展教學實作的歷程，更深刻地了解初任教師的困難，釐清教學思維與行動之間的差距，探討理論實踐的困難度，以檢討教師教育的課程規畫及輔導方案。整個研究過程，是藉由研究員與教師的互動，深刻體驗初任教師所關心的教學問題是什麼？她的困難在那裡？以及記錄在行動研究情境中，她如何發展她的教學知能的過程。這些過程的忠實記錄與了解將有助於發展本土數學教師的學習理論。

下列將依序探討促進教師專業成長的理論、活動和策略，接著回顧行動研究改善教學實務的實例。這些理論與實徵研究案例是本研究的理論支柱。

一、初任數學教師專業成長的理論

關於初任教師專業成長相關的理論，我們引用了關心理論、反思實作理論與覺知理論，分別整理如下：

(一)關心理論：教師專業發展的階段

Fuller（1970）的關心理論將職前教師對其教學所關心的對象分成四個階段，分別是：前教學的關心（pre-teaching concerns）、關心自我（self-concerns）、關心教材（task-concerns）和關心學生（pupil-concerns）。

Fuller & Brown（1975）後來重新檢視這個模式，把它用來描述在職教師的發展。這些階段被修訂成：關心生存、關心教學情境（例如：內容、方法和材料）和關心學生（例如：學生的學習和情緒的需求）。

Katz (1972)也描述教師發展的四個階段，包括：存活（survival）、強化（consolidation）、再生（renewal）和成熟（maturity）。前面兩階段是初任兩、三年教學的特徵。Katz 指出，存活的階段是以教師自己的興趣和自己的關心來作區分。在強化的階段，教師的關心已從關心自己進展到關心學生。

上述關心理論的文獻有三個重要特徵。第一個特徵是它界定初任教師最初求生存的階段，並且把焦點放在教學實務的問題以及這些問題的解決。第二個特徵是它把教師發展程序化或階段化。第三個特徵是它把教師的專業發

展界定爲教學邁向以學生爲中心的進程。這三個特徵可以作爲我們描述初任教師專業成長的重要參考指標。

(二)反思實作理論

反思（reflection）是指教師透過對教學有關的人與事進行回顧與批判。教學反思是激發教師專業知識成長的助力。Schön（1983）的反思實作者（reflective practitioner）理論強調在行動中的反思（reflection-in-action）與對行動的反思（reflection-on-action），以形成個人的知識；Jaworski（1994）對數學探究的教學研究亦把教師與師資培育者是否能夠成爲反思者作爲他們成長的指標。

Lerman（1999）批判反思實作的意義不夠充分來作爲一個解釋在職教師學習教學的理論，他認爲反思實作理論明顯指出教師專業發展的方向，卻忽略了情境中的權利關係。就像Lerman（1999）的批判，近十年教師教育研究重要的改變是反思實作理論被修訂（Mason, 1998）以及它和批判理論的聯結。反思實作提供一種觀點讓我們可以了解教師在教室中如何行動，如何發展專業化的過程，以及他們如何持續學習教與學，學習他們的教師角色和學生的學習者角色。而反思實作理論與批判理論的聯結賦予教師自主性的意識，解放教師使得他們可以自主選擇教室互動的方式。

(三)覺知理論

在英國，Mason（1998）用培育者和教師一起運作的情境，幫助教師去培養他們自己教學行動中的覺知（awareness-in-action）、教學原理的覺知（awareness-in-discipline）以及諮商中的覺知（awareness-in-counsel）三個層次的內化過程來描述教師的成長。根據 Mason 的想法，覺知是一種認知能力，它是可以經由教育達成的。例如，教學行動中的覺知指的是分析、解釋的能力，包括：選擇、識別、偵測差異的能力和看到相似性、共通性、一般性的能力等等。這些能力被假設是天生的，是一種潛力，可能被教師描述出來而更加確定，是一般的環境無法引發出來的。

英國的師資培育採師徒制。師徒制中和教師一起運作的人可能是培育者，可能是輔導教師。因此，和教師一起運作，在此可視爲師資培育者或輔導教師的一種重要的輔導策略。如果我們把教師覺知的成長當作學習教學的成果，那麼要觀察教師的成長就必需和教師一起運作，這樣有助於了解他的眞正想法。從教師的學習目標和私人的潛在理論中，我們可以分析教師想學的是什麼以及在從事某個行動之前他還未覺知的是什麼？

另一方面，如何從教師的覺知中評估教師的學習，Lerman（1999）建議經由研究者與教師之間的對話和溝通作爲證據來說明。如此，我們就有一個可觀察的系統，用對話和溝通的方式來了解教師在教學實作過程中教學想法的轉變。

從上面兩個小節看教師的專業發展，我們發現關心理論呈現教師發展的歷程；反思實作理論和覺知理論凸顯教師專業發展的內在機制。但是，問題是該如何才能觸動教師的發展機制呢？Mason 的理論告訴我們，培育者和教師一起運作可能是一個好的策略，而且要觀察教師覺知的成長，和教師一起運作是必要的。因爲在參與者的共同運作之中，觀察系統可以建立在培育者或輔導教師與初任教師的對話之中，以檢視教師行動中、學科中以及諮商中的覺知，以描述其教學知能的成長。

二、促進初任教師專業成長的活動

社會學家 Habermas（1971）提出三種由關注（interests）構成的知識：技術的關注（technical interests）、實踐的關注（practical interests）和解放的關注（emancipatory interests）。所謂「關注」是指人類基本的生活關注，這種

關注能夠決定人在世界之中的取向（注意方向）（orientation）（黃瑞祺, 1996）。教師在從事他們的工作時，有一些關注和需求可以被歸在技術的關注（Grundy, 1987）。例如，他們需要一些教學方法和教室經營的方法、教學的內容知識、教學材料、資源及科技的使用，以及評鑑和評量的技術等等。實踐的關注是物種爲了與環境互動必須瞭解環境發展而來。教師的實踐需求，例如，瞭解學生的動機、信念、期望及先備知識，以協助學生發展他們的數學知識。解放的關注在於自主和自由，並且以負責的方式行動。解放的知識的主要動機是個人或群體用自主和負責的方式去掌握自己的生活能力，例如，教師作決策時不僅是關注「做什麼」、「應該做什麼」，更須明白爲何他們必須這麼做？以及「決策的意涵爲何」，即教室中的活動它的潛在課程是什麼？這類型的知識更強調實務的社會維度，其知識的發展是透過在實務的內外情境中與他人合作而來，這種知識的獲得不單是靠經驗或了解就可得到，必需經由批判的反思得來。

Habermas（1971）的知識理論反映了知識是因爲關注而產生的基本主張。這些由關注而構成的知識是因應人的自然需求而發展，並且隨著歷史及社會的脈動而改變。

Atweh（2000）依據上述的理論架構，將教師專業發展的活動分成三類。第一類專業發展計畫，是關於教師的技術關注。這類計畫是由專家、資深者或種子教師來領導單一或一系列的研討會。這些專家的知識來自研究、直接經驗或者上一次研討的資料。每一個學校推薦一位教師接受培訓，並且都期望該位教師日後能夠成爲學校的人力資源。這種模式稱之爲培訓種子教師（train the trainers）的模型。

第二類專業發展計畫在於提供教師的實踐知識，計畫的設計是以教師關於數學及教與學的內隱理論爲基礎，來發展教師的信心和態度，並檢視他們的實作。例如，Tirosh 和 Stavy（1999）所發展的一個以研究爲基礎的中學數學和科學教師的直觀理論研討會，就是這類型的專業計畫。這一類活動，主要是讓教師成爲反思實作者來改進實作，以學生的瞭解爲判準，來分析自己的教學。這比技術的關注更要求教師的積極參與。

第三類專業發展計畫在滿足教師解放的關注，以批判的觀點來處理教師的社會化。這類發展方案都是以教師的需求及他們的教學問題爲基礎，設計由教師主動參與來發展他們的知識及理論。這類方案強調現場教學的教師與大學教師、研究者爲共同合作者，並且參與整個研究過程。例如，墨西哥的 TEBES 方案就是這一類型的專業發展計畫（Atweh, 2000）。參與的教師首先提出他們的教室內所發生的問題，然後他們閱讀相關文獻，並從中發展一個可以改變現況，解決他們的教學問題的研究計畫。接著他們嘗試去解決問題，並且對他們自己作批判的反思。在這些過程中，他們從解決教學問題的過程中獲得經驗，而且也從集體的互動中獲得學習，改善他們自己的實務。而大學教師在提供教師批判的評論和具體的協助的同時也獲得了解在職教師的專業發展的機會。

上述三類促進專業成長的活動是教師獲得各種教學知識的不同途徑。在初任教師的輔導方案中，教學技術的輔導是需要的，但是，只有教學技術的輔導無法拓展他們的教學思維，到底提供怎樣的情境才能夠照顧到教師各種關注的需求是師資培育方案需要考慮的問題。

三、促進初任教師專業成長的策略

要讓教師和研究者作爲共同學習者一起運作，又要同時照顧到教師的自主性，以及讓教師透過反思實作改善教室實務，需要特別的支持方案，而教師參與行動研究可以符合這些需求。

在從事教學研究的過程中，研究者對教室實務的了解是有限的（Clements & Ellerton, 1996）。Atweh（2000）也指出研究無法造成實務的改變，其中一個主要的原因是研究過程中教學者與研究者的角色的分離。在一般的研究派典下，探究問題的人和研究的對象扮演不同的角色。研究者會選擇研究的問題和方法學，他們從研究對象那裡收集資料，分析資料，並且從中發展理論。他們也負責在學術刊物上發表結果，但是這些刊物通常是其他研究者才會去看的，現場的教師很少接觸。教師作爲研究對象只是被動地參與研究過程，他們主要扮演資訊的提供者。如果他們能從研究中獲益，這種利益也是間接的。通常我們並不容易從生活或實踐中獲得知識。因此，教師若要了解他們自己的教學，改善教學實務，一般的研究派典通常主張他們必需依賴"專家"。然而，在行動研究中，探究問題的研究者和現場教學的教師之間則是另一種不同的角色關係。行動研究的根本假設是：知識是「在行動中」、「爲行動」而獲得的，研究和行動應在實踐中緊密結合，相輔相成。行動研究的特色是它重視被研究者的需要，對行動者而言，它在本質上是一種在「經驗」與「反省」之間的覺知和自我批判的歷程。

Oja 和 Smulyan（1989）指出社會的改變有賴於參與者參與改變的過程之後所作的承諾和理解。教師一起參與研究一個共同的問題，釐清和磋商想法以及所關心的議題，他們會比較願意去改變他們的態度和行爲。Miller 和 Pine（1990）的研究發現行動研究是生成理論和知識的有效方法。他們將行動研究界定爲「教師檢驗他們自己教室中的教與學的過程」的一個過程。Raymond（1996）則指出當教師嘗試要改變教學實務時，此時明白地提供合作的情境和支持，這樣的研究將促使教師更具潛力以產生一個反思的教學實作。Edwards 和 Hensien（1997）的研究就是一個中學數學教師和師資培育者一起進行行動研究的例子。在兩年的行動研究期間，他們一直保持同事關係，而非大學教授和中學數學教師之間的關係。他們的合作包括教師必須寫下教學敘事，描述他的數學教學實務，和他企圖要改變的或已作的改變。在他們的研究當中，教師將自己的教學敘事正式寫下來的過程爲教師的教學反思提供情境，同時也爲教師爲了改變而作的努力提供當下支持的情境。

因此，行動研究情境中，現場教師、研究者一起運作，不僅提供教師反思實作與構築敘事的經驗；幫助教師在教學現實中過渡；更可以縮短理論與實務之間的鴻溝。在行動研究過程中，現場教師和研究者從教室內學生的學習現象學得的教學知識可以表現成故事的型式，這些教學敘事提供一扇窗，讓我們可以從教師的觀點看見一個中學數學教師的教學實務的改變過程。而在師資培育過程中，這些故事在學理與實務間也扮演重要的角色，它爲我們提供學理反思的素材，形成師資培育的範例（SLO/NVORWO, 1994）。

在國外，行動研究在促進初任教師的專業成長具有良好的成效（Ginns, Heirdsfield, Atweh & Watters, 2000）。在國內，科學教育方面的研究也有一些正面的結果。例如：黃鴻博和郭重吉（1999）發現讓教師親身體驗所倡導的教育理念，容易激發主動學習和改變的動機。佘曉清、連文惠和蘇蘭雅（2000）的研究發現反省式行動教學研究使得教師勇於嘗試將新的或曾在教材教法學過的教學策略應用於實務教學中。在數學教育方面，鍾靜（2000）進行一個以解決小學現場眞實的生態環境中所遭遇到的問題的行動研究，她的研究發現：同事間定期深入討論教學與學習問題是促進教師成長、提昇實作和反思能力的主要因素。

上述研究皆肯定行動研究對改善教室實務有重要的貢獻。但是，這些研究並未針對

教師在行動研究情境中的認知過程作詳細的分析。本研究將針對行動研究的情境中，初任教師的認知過程與改善教室實務的成效進行探究。

四、研究目的與研究問題

本研究主要目的是探究一位初任數學教師參與行動研究以促進其教學成長的歷程及教學知能成長的狀況。主要探究的問題如下：

(一)在行動研究環境中，初任數學教師經歷怎樣的成長過程？

(二)在行動研究環境中，初任教師數學教學知能成長的成效如何？

研究方法

一、研究設計

本研究採用行動研究法，研究的過程中，教師、研究員和師資培育者一起合作，三者共同來探究和解決教師關心的問題。研究設計是：延續從上一期研究中在現場發現的問題，依據問題尋求改善的策略，讓教學現場的教師與研究員共同設計教案，實踐教學的想法，反思教學行動，提出更完善的改進教學計畫，以達到改進教室實務目的。本研究採用此方法的基本假設是：對研究員或對教師而言，研究都是一種方法，也是一種學習；一種解決問題與改進現況的過程。

二、研究架構

本研究引用 Atweh（2000）的行動研究架構，如圖 1。在這個行動環當中，呈現了行動研究中計畫、行動、觀察和反思的基本循環架構；在四個重要環節之下呈現的是參與者彼此之間的互動及互動的內涵。

在本研究過程中，參與者彼此之間的互動分爲三部分：

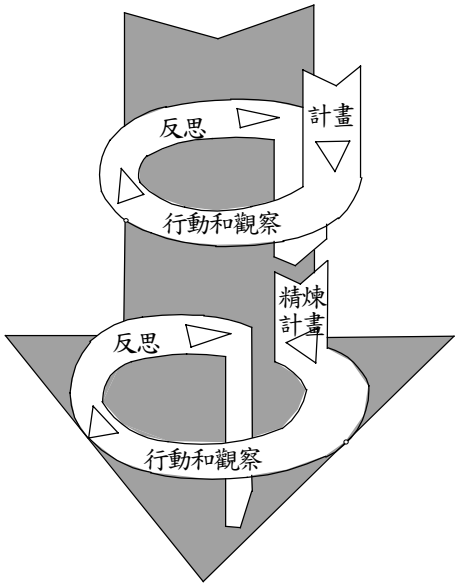


圖 1：行動研究的架構

(一)教師與研究員的互動

包括分析現狀、釐清問題、分享閱讀資料、反思教學的自主性、反思研究員與教師之間的關係、反思研究員在研究中的角色以及磋商研究推動的方式。

(二)教師和師資培育者的互動

主要在討論與評論教學實作的優缺點，檢視教師在教學中是否保持將說理作爲一種習慣。

(三)研究員與師資培育者的互動

包括研究設計是否恰當、研究員與教師之間的關係是否保持平衡、研究進行的情形如何以及研究過程中各種研究問題或教學問題的解決策略。

三、研究成員

(一)初任教師佳惠

佳惠是本文中的個案教師，本研究小組已經觀察她四年。我們選擇她作爲行動研究的搭檔主要是她自己很想變，有教學成長的意圖。她教四班國二數學，每班每週 4 節課。我們觀

察她在第三册 4-2 函數圖形與線型函數的教學和第四册 2-1 生活中的平面圖形、2-2 點、線、角與尺規作圖、2-3 垂直與平分、2-4 生活中的立體圖形、3-1 三角形的內角與外角。4-2，是佳惠決定的單元，她要進行一個教學實作。選擇觀察 2-1 至 3-1，除了要分析佳惠的學習成效之外，主要是想和她大四試教期間的教學作比較，以分析她的教學知能的成長。**本研究中，佳惠是被觀察者，也是研究者。她主要的工作是設計教案，與研究員討論教學的想法，進行教學，並且隨時與研究員分享教學的心得。**

佳惠在校期間接受數學師資培育課程，修過研究者（師資培育者 R_0）授課的數學學習、教學與評量、數學教材教法與教學實習。該課程要求學生教師設計問題訪談學生以診斷學生的想法，並且提供各種不同取向的教學活動影帶作爲範例，以豐富學生的教學取向。大四試教時，佳惠在「診斷教學」與「培養數學感」這兩項的表現是空有想法，沒有內涵。因此，她已具備相關的先備知識和學習經驗，但是，無法實踐其教學想法。

(二)研究員 R_7

研究員 R_7 是師資培育計畫的成員，具三年國中數學教學經驗以及十年數學教育研究經驗。R_7 已連續四年參與佳惠的培育計畫，在初任教師佳惠的教學實作中， R_7 陪伴她進行數學教學活動的設計。主要的原則是研究的想法與過程要隨時關照到佳惠的想法和感覺。**R_7 在過程中與佳惠討論教學的想法、提供教學設計的建議，並且檢驗她的實踐。**

(三)師資培育者 R_0

R_0 是資深的師資培育者和數學教育研究者。在本培育計畫中，R_0 擔任佳惠數學師資培育課程的教師，也是佳惠大五實習的輔導老師。**R_0 在研究中扮演兩種角色。對佳惠而言，R_0 是輔導老師也是研究員；對 R_7 而言，R_0 是研究執行過程的諮商者。**本研究中，R_0 觀察佳惠的教學並給予評論，並且與 R_7 保持每週對話、對 R_7 提出質疑，以釐清研究的想法，了解研究進行的情形。

四、資料收集和分析

本研究收集資料的工具有：錄音機、錄影機、電話、電子郵件和研究員本身。收集的資料包括佳惠這一年與R_7和R_0的對話記錄(含課後訪談 7 次、教案討論 5 次和試教檢討 1 次)、佳惠的教案設計 3 份、教學現場觀察記錄 8 次與教學影帶 8 捲、教學實驗報告 1 份以及教學敘事與反思札記 11 份。

分析資料的方法是將佳惠的教學影帶轉成文字之後進行精密分析。精密分析是分析教師教學的一種方式。主要是利用教師教學行動的生產規則來進行。所謂生產規則指的是教學情況與反應行動間的若則關係，當教學情況發生時，教師就能以對應的教學行動來反應。生產規則對教師而言往往是隱藏性的，因此，必須透過三角校正來確認其規則，及探究其建立的過程，才能澄清教學行動與其內在知識或對教學的觀點之間的交互關係。

此外，研究小組也就佳惠的反思札記、教案設計等書面資料進行檔案分析以及對佳惠的訪談資料作逐字稿分析。所有資料及分析均經由研究小組每週定期討論回饋、參與者查證以及不同來源資料比對的過程作爲三角校正。研究小組每週定期討論過程中，由 R_7 報告當週觀察的或記錄的資料，其他研究成員針對報告的內容提問或提供意見，詮釋的部分若有不同的見解之處，則由R_7、佳惠、R_0三方進行確認，並於下次報告提出說明，此過程每週持續進行。

結果與討論

本節首先刻畫初任數學教師佳惠參與行動研究的情境，重點包括：佳惠的教學活動設計以及教學反思；接著描述行動研究情境中一位

初任數學教師的成長過程，以及分析行動研究促進佳惠教學知能成長的成效。

一、佳惠在行動研究情境中的教學實作

佳惠在這一次的行動研究中，決定要在89.01.13 作一個讓學生自主的教學活動，她所謂的自主是指課堂中有師生互動。本小節報導佳惠的教學實作，從她自編教案開始，到 R_7 給與建議，她如何修訂教案，R_7 的意見給她的衝擊，到她的實際教學活動以及教學活動後的反思。

(一)佳惠自編教案呈現的教學盲點及其釐清過程

佳惠自編了一份函數圖形與線型函數單元的教案（88.12.23），並且用電子郵件寄給 R_7。45 分鐘的教案內容包括：

1. 學生可能的學習困難:將函數跟圖形聯想在一起、二元一次方程式的先備知識不足、畫不出一次函數的圖形。
2. 復習 4-1 函數的基本關係就是對應關係，舉出一些例子，如：天氣晴朗體育課就在室外，下雨就在室內休息，或 y = f(x) = 3x。
3. 詢問學生"表格"的優點（一目了然），引出函數與圖形結合的原因。
4. 將先畫在紙上的不規則的函數張貼在黑板上,請學生讀出關係,加強對應關係，函數與圖形結合的優點。
5. 舉出 f(x) = 3x 的例子，列出一些對應的點，再將對應關係描在座標上，得到一條直線。
6. 回憶從前曾學過的二元一次方程式，其圖形是直線的，所以 f(x) = 3x 的圖形也是。
7. 帶著全班一起畫出函數 g(x) = 2x-3 的圖形。
8. 由學生練習課本隨堂練習 g(x) = -x + 2。
9. 回家作業：自評。

在維護佳惠教學自主性的原則下，R_7 給的建議（88.12.27）包括：提問教學實作的目的、建議從座標平面的描點開始複習、描出七個點才觀察圖形、至少描出三個函數圖形才和二元一次方程式的圖形結合、複習二元一次方程式的圖形是直線時可直接影印放大課本的圖形以及區分學生活動與教師活動。

佳惠在 88.12.31 又寄給 R_7 修訂後的教案，主要修訂的內容主要包括：區分學生活動與教師活動、具體寫出教學用的實例、**安排學生的猜測活動一"要學生試著先猜測這個函數是怎樣的圖形"**以及安排師生互動。

從佳惠修訂後的教案可以發現：R_7 給的「描出七個點才觀察圖形」、「至少描出三個函數圖形才和二元一次方程式的圖形結合」這些非常關鍵（讓學生經由觀察發現一次函數的圖形不是兩個點）的意見，佳惠並沒有接受。**佳惠在後續的訪談中表示：「描出三個點就知道是一直線了，沒想到第一次畫的時候學生會畫不出來，所以我又讓他們修改了一次」**。我們（包括 R_7、R_0 和佳惠，佳惠在看到本文的初稿時也同意這樣的詮釋）對這件事情的詮釋是：對一個學數學的人來說，描出三個點就直接一般化這是一種習慣性的動作，佳惠**沒有覺知自己的了解和學生的了解是兩回事**，以及這可能是學生的困難所在。

R_7 在 88.12.31 回覆的建議是：「可以更具體寫出教學用的實例和學生的活動」。佳惠在 89.01.07 又寄給 R_7 修訂二版的教案，主要是修改了一段學生 "配合老師上台練習" 的活動。在此，R_7 的內在想法是怎麼讓佳惠修改教案又同時保持教學自主，要如何做才能維持雙方的互動是平等的？佳惠似乎不明白 R_7 點出的意見的用意，要她從修訂教案的過程覺知，並沒有具體的成效。從她修訂的教案來看，似乎 R_7 的意見功能有限。因此，R_7 選擇從她關心的角

度切進來，轉向**挑戰她內在認同的理念**（要讓學生自主學習）去造成她教學思維上的認知衝突。

R_7 在 89.01.09 給了下列的建議：

「關於教學的部份，我一直覺得你的**教學很自我中心**，你一直說希望學生了解，但是，你卻一直在主宰你的黑板和教學進度。你告訴過我，學生是學習的主人，但是，在你的課堂，我完全感受不到。」

對於 R_7 在發展教案過程之中的介入（89.01.09），佳惠**有很大的迴響**，她說：

「我有一個很大的感觸，在這個過程中，R_7 對我說過一句令我蠻難過的話，她告訴我，在我的數學教室裡，**我都不自覺的一個人表演數學教學，講台似乎是我一個人的舞台**!!真的!這句話對我造成的震撼好大！在這一次教學之後，我知道了一件事，**講台不是我一個人的，學生們也需要舞台！**我想，我真的該穿上他們的鞋子，站在他們的角度教數學…。」

這次的意見對佳惠造成很大的衝擊，也引動佳惠大幅度的修改教案。佳惠在事後反思中說：

「我的衝擊很大，到最後一次面談時，我的教案還是以自己為主，但卻一直以為只要學生有反應，有互動，那就可以算是以學生為中心的教學！還好最後一次談完之後，下了決心要做自己最害怕的事……..所以教案改變了很多！和學生的互動方面，我想他們已經被我訓練成"聽"課的小孩了，真的， 這是我的錯! 我不該剝奪他們的學習的！」

佳惠在這一次的教案設計過程中，一直無法突破保守的心態，直到教案定稿前最後一次晤談，她才下定決心要改變現狀，這當中的主要原因是 R_7 **挑戰她--她的實作不符合她的教學理念**。她的教學理念是要讓學生自主學習，可是教案設計卻完全以自己爲主。當 R_7 告訴她這個矛盾時，她很驚訝，她不知道 R_7 爲何這樣說，這表示她並未覺知她的教學思維與教學行動不一致的情形，而 R_7 以**衝擊她的教學信念**來觸動她的改變，結果造成她很大的認知衝突。

(二)佳惠認知衝突後實際教學活動的調整

佳惠在 89.01.13 教學活動的重點如下：

1. 復習 4-1 函數的基本關係就是對應關係，舉出生活實例: 天氣晴朗體育課就在室外上，下雨天就在室內自習的對應關係。
2. 函數與圖形結合---引出函數與圖形結合的原因：因爲圖形會比表格更清楚，可以由圖上的關係讀出幾月份有幾天。
3. 舉出 $y = f(x) = 2x + 1$ 當例子，要學生列出一些對應的點，詢問學生有沒有可能將對應關係描在座標上，得到一個對應關係的圖形。
4. 請學生上台發表，展示自己那一組所畫的圖，結果大多數的組別都只有描出點來，並未如老師預期地畫出一條直線。但其中有一組的圖形有畫出線來，在經過一番詢問之後，佳惠發現學生也不清楚自己爲何要畫出線段來。
5. 請各組學生作調整－佳惠請學生再將作品拿回去增加幾組符合函數的點，看看結果如何，是否會眞的在同一直線上。結果，學生繼續增加函數的點，有些組別甚至重畫一個圖，大多數的組別都有將點畫在同一直線上。

這一堂課上完，佳惠認爲「全班對於直線圖形已經陷入模糊狀態，他們大多數認為 $f(x)=2x+1$ 的圖形就是那幾個點」，她質疑學生是否眞的了解一次函數的圖形是一條直線，但因時間不夠，所以並沒有加以檢測。另外，由於她先教過別的班級，發現 $f(x) = 3x$ 的圖形不是很好呈現，需要較大張的紙或版面，所以她改用 $f(x)=2x+1$ 當例子。

如果我們仔細對照佳惠在 12 月 23 日至 1

月 7 日之間所擬定的教案，就會發現佳惠修訂的內容維持在原來 1-9 項的範圍裡面，最後的修訂版只佔前面的 1-5 項。而在原來的設計裡面，只有第 3 點詢問學生以及第 4 點請學生讀出關係有考慮到學生的活動。而且，原來的 1-5 項中，學生是被動的回答者，這是一種溝通而已，學生沒有活動；這裡的 3-5 項學生必須主動去觀察一般性、共通性。很明顯的，我們發現佳惠實際教學當天的**教學內容減少了、教師活動減少了，而學生活動增多了**。

(三)R_7 發現佳惠未覺知自己的教學問題

R_7 觀察並且分析上一小節佳惠在 89.01.13 的教室活動，發現佳惠主要的教學問題是：她沒有覺知到用手描點以後要形成一直線一定會有誤差，爲了因應手畫可能產生的誤差，她需要準備座標或方格紙。在這一堂課中，她希望學生可以發現一次函數的圖形是一直線，但是學生卻因爲描點誤差弄不出來，佳惠對這件事情的反思是歸因於沒有幫學生復習先備知識。顯然，她並未覺知她眞正的教學問題在哪裡。R_7 的教學觀察分析如下：

1. 佳惠要學生描繪 f(x) = 2x + 1 的圖形，結果有四組學生以爲圖形就是他們描出來的那幾個孤立的點；另外一組學生畫出直線，但並不眞的知道爲何畫出來是直線。這個現象，和佳惠所預期的不一樣，佳惠在課堂中無法處理。
2. 各組在描繪 f(x) = 2x + 1 的圖形時，其中有兩組學生的圖形如圖 2-1 和圖 2-2，在圖形中出現非一直線的情形，佳惠在課堂中沒有處理（課後也沒有處理）。
3. 一組學生在畫 f(x) = 2x + 1 的圖形時，先畫出一條直線再描點，佳惠已經發現這種倒果爲因（應先描點才畫出一條直線）的錯誤，她也加以詢問，但是，追問之後沒有作後續的處理。

佳惠：為什麼要畫成這樣？

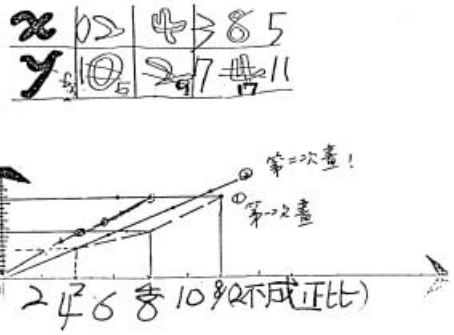


圖 2-1：學生描繪 y = f(x) = 2x + 1 的圖形

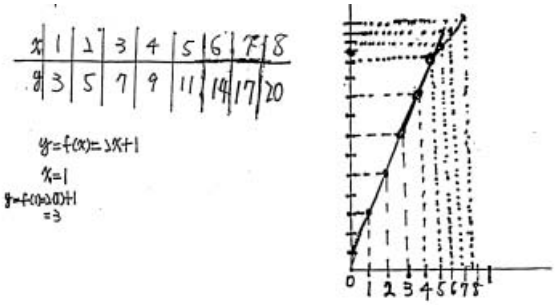


圖 2-2：學生描繪 y = f(x) = 2x + 1 的圖形

S：表示他們都成正比，因為連成這樣，所以他們一定要成正比。所以就先畫一條直線，這樣比較好畫。

佳惠：這樣比較好畫，那下一個點要你找，你要怎麼去找？

S：……這 2 個的交接點。

佳惠：其他同學回座位坐好…..你們的那一組好了嗎？我們現在看一下…..

4. 學生不知道 f(x) = 2x + 1 的圖形是直線，佳惠最後自己指出來，沒有引導學生去回顧二元一次方程式的圖形。

佳惠：那我再增加 100 個點，你會不會覺得它在直線上面？

S：會，除非直線很長。

佳惠：那請問同學一顆紅豆是一個點，有 100 個紅豆綁在一起會變成什麼？

S：紅豆湯。

佳惠：一顆紅豆是一個點，那我有很多紅豆排成一直線，(S：一條線）變成直線，對不對？變成直線，所以我們這個單元所學到的這個類型的函數 Y = f(X) = 2X + 1，剛開始同學只畫出 3 個點，如果我再多增加一些些，發現它也會在同樣的一條直線上。請問同學一個問題，這樣的函數圖形，到底應該長什麼樣子？

S：…….。

佳惠：它是彎曲的或是一點一點的？

S：……。

佳惠：直線嘛.…就是直線嘛！

綜合這一小節的分析，R_7 的詮釋是：佳惠看不到她自己的教學問題。佳惠把學生的表現不如預期歸因於她沒有把教材處理好，其實這跟教材無關，測量操作本來就會有誤差。眞正的問題在於她沒有覺知這個教學問題，並且採取因應的策略。因此，佳惠想引導學生去發現一次函數的圖形是直線的教學意圖，就因爲他的教學行動和教學反思都沒有覺知上述的教學問題而宣告失敗。事實上，f(x) = 2x + 1 的圖形就是二元一次方程式 y = 2x + 1 的圖形，若學生對 f(x) = 2x + 1 就是 y = 2x + 1 的另一種表示法，十分清楚。那麼，線型函數的圖形是一直線在之前已經討論過，在此便可省略 (國立編譯館, 1998)。

(四)佳惠當天教學反思的覺知

佳惠當天的教學反思包括：關心自己的教學、關心教材、關心學生的各式解法以及感受到教學知能的不足。

1. **關心自己的教學**

這次教學實作帶給佳惠很大的震撼，讓她可以放心地嘗試不一樣的教法，不怕去做不一樣的教學。她說：

「我覺得學到蠻多的，因為最近的教學都一直有瓶頸，總覺得沒有突破又怕沒時間去做嘗試 ，這一次的教學做了很大的轉變，一方面是被 R_7 點醒，一方面真的想有新的方式進行教學。我覺得學到最多的是相信學生是有能力可以自己學習的!最重要的是，我學到一件事，**不要怕去做不一樣的教學**.…..。」(89.01.13)

佳惠與 R_7 在 89.01.13 當天教學後的這一段互動分析顯示佳惠已察覺教學時教師可以作適度的引導而不必主導整個教學。但是，她還是從教學者的角度反省，關心自己的教學。

2. **關心教材**

佳惠比較她在四個班級同一進度的教學方式和結果，並檢討學生沒有如預期畫出直線的原因：就是她跳過了一個課本上的連續圖形，導致學生所畫出來的圖形都只是數個點。

「202 是我這次教案的班級，不過表現也是最出乎我意料之外的。因為幾乎沒有幾組有描繪出直線圖形，我想其中一個最重要的原因，就是我跳過了一個課本上有畫的連續圖形，所以導致他們所畫出來的圖形都只是數個點。」

從佳惠的教學反思，可以發現她還是沒有覺知學生透過操作卻無法發現一次函數的圖形是直線的根本問題，她還是只關心教材，沒有談到描點誤差，也沒有想到用媒體描點可以避免描點誤差。

3. **關心思考學生的各式解法**

從佳惠的教學日記分析，可以看到佳惠雖然沒有覺知到此次教學的關鍵問題，但是她的思維已經從關心教材轉移到思考學生的各式解法。

「這一次的教學並不理想，……，在教學的過程中，我覺得我犯了一個最嚴重的錯誤---希望學生都能做出老師心目中的結果，其實，學生的想法是多樣的，所以我該做的並不是祈禱學生配合我的希望，而應該花更多的心思去想各式各樣學生可能的答案時，我該怎麼做，…。」

4.**感受到教學知能的不足**

教學實作結束之後，佳惠對自己教學的評

論是：最困難的是學生的想法很多，自己沒有經驗，無法妥善處理。

佳惠：真的很不滿意，我覺得這是最難的地方，覺得自己在設計教案時，該想多一點囉！不然學生反應的東西可能是自己都沒想過的呢！

R_7：你希望從中學到什麼？你覺得你學到了嗎？

佳惠：我希望能學到怎樣能讓學生主導教學，學會如何準備好一堂課，學會做最周全的教案，我覺得這次教學我有學到一些，但是一次真的不夠！我在教完之後知道自己準備的不夠，還有很多要努力的。

其實，我很同意自己教學有盲點，當然也覺得需要改進。這一次教學實作真的讓我重新正視數學教學有很多內涵，只是自己還是很**不熟悉怎樣的安排會最有論證內容**。

在這裡，我們可以看到佳惠把培育場域中學到的理論的想法帶進來了，但是這些想法的背後是抽象的、不具體的。初任教師對於學生的各種數學認知的瞭解不足以及數學教學知能的不足，導致想法背後的支撐是抽象的、不具體的，因而造成教學實踐的困難。

二、在行動研究環境中，一位初任數學教師的成長過程

本研究用**參與者一起運作的行動環**來分析佳惠參與行動研究的歷程。

(一)行動研究的第一循環

1. **計畫**

本研究的起點是建立在佳惠去年試教實習的基礎上。新的這一年在整個研究的一開始，研究者 R_7 先與初任教師佳惠討論將開始這個研究的規劃，接著界定每個參與者在研究中的角色。佳惠在這個部分的主要工作是自主性的教案設計。

2. **行動**

佳惠的行動主要是依據她設計的教案進行教學實作，檢驗自己的教學想法。

3. **觀察**

佳惠觀察學生的學習。

4. **反思**

佳惠對她自己的教學行動作反思。

佳惠在 89.01.13.實作之後表示：「我覺得這次教學我有學到一些，但是一次真的不夠！我在教完之後知道自己準備的不夠，還有很多要努力的」。她詢問 R_7 要不要繼續到學校看她的教學，什麼時候去看？

(二)行動研究的第二循環

第二循環延續第一循環，是從佳惠教學實作三個月後的教學開始，由 R_7 作教室觀察，每週一次，R_0 也到教學現場參觀一次佳惠的教學，並且與佳惠討論教學的想法。觀察時間的選擇主要是希望能和大四的試教對照，分析她在不同時間點的專業成長。本節沿用上一小節的分析架構，分析佳惠教學實作三個月後發展教學的歷程，主要還是在呈現計畫、行動、觀察和反思的基本循環架構。

1. **計畫**

佳惠與 R_7 約定在四月至五月間再作一段密集的教室觀察。教學內容是：國中課本第四冊之 2-2 點、線、角與尺規作圖；2-3 垂直與平分；2-4 生活中的立體圖形；與 3-1 三角形的內角與外角。這個部分和第一循環最大的不同是研究員不再介入她的教案，而且也不主動討論她的教學計畫。

2. **行動**

佳惠在第二循環進行的活動包括：三線段長的比較、尺規作圖、猜測一個多角錐有幾個頂點？幾個邊？幾個面？

3. **觀察**

佳惠觀察學生的學習，例如：學生在課堂上畫不出一次函數的圖形。

4. **反思**

佳惠的反思主要是對她自己教學行動的反思，例如：「我覺得我有一個地方很可惜，我覺得

我應該順著他們繼續討論三角形的內角跟四邊形五邊形的內角」。

佳惠在這兩個循環中的表現是不同的。在第一循環中，她是個生手教師，空有想法卻缺乏經驗。因此，R_7 陪伴著她把她想要實踐的教學意圖做一遍；而佳惠在行動研究過程中從教學實作獲得經驗，從教學反思中批判自己的教學，並且得到更精緻的教學想法來計劃下一步的教學行動。在第二循環中，她開始放手設計自己的教學活動，頻頻展現她的教學意圖和對設計教學活動的反思。

整體而言，佳惠在這個行動環中，和研究員 R_7 是兩個共享經驗與發現，尋求教學與研究共生的角色，初任教師尋求對教學更多的理解與實作經驗，而研究員 R_7 尋求對初任教師的學習教學獲得更多的理解；初任教師必需跨越學校情境的束縛，從中解放出來，放手談論教學的想法；而研究員 R_7 必需跳脫傳統對於教師研究的窠臼，同時扮演專家與生手的角色、參與者與觀察者的角色，同時挑戰客觀與主觀的研究途徑，根據主客觀途徑獲得的資料，批判初任教師的實踐，找出其缺失，再透過專家角色的啓蒙與分享，促動初任教師的行動與反思。而行動中研究員 R_0 主要的角色是提供研究想法和教學想法的諮商者。因此，在整個教學實作過程中的角色是內隱的，必須從初任教師帶進教學現場的理論以及教學成長的空間去討論才能比較清晰地看見這個角色的作用。

(三)佳惠在行動研究情境中的成長過程

接下來，我們要回到初任數學教師的學習現象，從教師作爲學習者的角度來檢視本研究中的個案教師她在行動研究的情境下如何成長。首先，我們回頭檢視與初任數學教師的成長有關的幾個重要時刻。在行動研究第一個循環開始，佳惠已具備先備的教學思維，根據她在培育期間學得的理念設計她的教案。她在大四試教期間是教第四冊 2-2 至 3-1，這部分內容蘊含著非常豐富的數學推理。因此，我們去年是觀察她這部分的教學。在去年研究報告完成及今年研究一開始，我們曾和她就她的教學中是否充分說理作過討論。因此，在本研究中，她說她想要學習說理的教學是因爲她有這樣的先備經驗。這裡，需要釐清的是：她一開始參與研究並沒有局限在解決某一特定教學問題，而是想要發展她的教學知能。

佳惠在設計和討論教案的過程中，還是很教師中心的。當她的教學理念受到 R_7 的衝擊時，造成她的認知衝突，這個衝突幫助她把反思的內容聚焦，也因爲這樣而有機會徹底釐清教學的盲點。因此，造成佳惠教學思維上的認知衝突，因而覺知教學盲點對她的發展是重要的。

但是，認知衝突帶給教師的不一定是正面的。佳惠曾經表示她覺得很沮喪，但是，她願意從好的方面去想，她要改變她的教學。在思維上，她覺知教學問題，因爲不滿意而作調整。在行動上，她在教案上作了大幅度的修訂，並且在教學活動作了大膽的嘗試。這裡，研究者陪伴教師一起運作，對初任教師的調適和信心的建立有具體的幫助。

佳惠的實作行動是一個學習的過程，她在實作以及對實作的反思中培養行動中的覺知，瞭解學習教學的目標、獲得嘗試多元教學取向的信心和動力；她也經由實作學到學科中的覺知，因而更具數學的敏感度，並且能用數學化的方式和活動的取向來教導她的學生；除此之外，初任教師和研究員討論的過程中也培養諮商中的覺知，從與研究員的對話，獲得更進一步行動的教學想法。如果從這次教一次函數的圖形的教學行動來評論她的實作成效，我們可以說她的教學意圖失敗。但是，這個教學實作卻是促進她成長的一個重要經驗。

在第二個循環當中，佳惠把在實作過程中

從教室內收集來的教學知識，表現成故事的形式，拿來和他人溝通並且批判自己的教學：「如果我是坐在數學教室後面的觀察者，會希望....」。在這持續不斷的溝通與反思過程中，佳惠覺知自己的教學問題，也精煉教學的想法。

從上面的分析，我們發現本研究中初任教師在行動研究過程中歷經了幾個重要時刻，包括：先備經驗作爲發展教學知能的起點，覺知自己的教學盲點而想要調整，調整之後透過實作反思與覺知的過程獲得成長。而行動研究過程當中，從第一個循環轉換到第二循環，初任教師經由不斷地與研究員溝通，經驗一再地被壓縮，物化成教學敘事，最後可以把自己當作第三者，把教學敘事拿來作爲討論和批判教學想法的素材。因此，我們將佳惠在行動研究中的成長過程表徵如圖 3。

三、在行動研究環境中，初任教師數學教學知能成長的成效

(一)佳惠在三個月後對「教學實作」的反思呈現的成長

爲了瞭解佳惠在教學反思之後的行動計畫和發展情形，R_7 故意引動佳惠談論三個月前的教學實作。佳惠對上次的教學實作的評論是：

> 「勇氣可嘉，還有很多進步的空間！**如果我是坐在數學教室後面的觀察者，會希望上課的時間要掌握好，能點出最重要的一句話—函數圖形是一條直線。也應該要先幫學生復習一元一次方程式的相關先備知識，讓學生在討論畫圖上少一些障礙。….**」

顯然，佳惠對教學問題的歸因還是停留在教材。

上次的教學實作，佳惠覺得最有心得的是：**明白爲學生鋪路是很重要的**。她說：「最有心得的就是**明白為學生鋪路是很重要的**，真的要為學生先復習某些知識，並不是每個班的數學底子都很好，都能順利討論出來。」

這次教學實作對佳惠後來的教學有重要的影響：

> 佳惠：現在我上課都希望能讓學生多一點上台機會，多一些討論，只要可以操作的課程，也儘量讓學生自己做。其實最希望的是自己的教學不要死板！
>
> R_7：如果讓妳重做一次，妳有沒有要改善什麼？
>
> 佳惠：我一定要做的就是做好復習的工作，說清楚函數的觀念，讓學生能真的對函數有感覺，能抓好時間，點出重要的觀念。

比較佳惠教學實作當天（89.01.13）的教學反思與教學實作三個月後的教學反思，可以發現她對教學問題的歸因還是停留在教材。其他各項反思也維持在原來的反思內容。但是，從佳惠的教學反思，「這次教學我有學到一些東西，但是一次真的不夠」，我們看到佳惠一再表現「想變」的意圖。

另一方面，佳惠在反思三個月前的教學狀況時，把她自己當作第三者，將她教學實作的經驗發展成教學敘事（narrative），用這個敘事來和別人溝通（教學目標、教學要以學生爲中心），來表達她應該要做什麼。她根據這些教學敘事來檢視在這個情況下自己學到什麼、成長什麼，這是一項重要的成長。

(二)佳惠在教學實作三個月後的教學行動呈現的成長

我們從佳惠在教學實作三個月後的教學來分析她的數學教學知能的成長。分別說明如下：

1. 診斷教學的活動增多

佳惠設計了許多診斷教學的活動。例如，她在教幾何作圖，作線段一樣長時，爲了讓學生了解任意兩條線段可能有三種關係，希望學生知道怎樣判斷線段的長短，所以她準備了三枝不同長短的紙棒，然後問學生那一個比較長。她先收集學生的想法，然後再順著學生的想法，帶領學生去判斷學生的答案的合理性（89.04.11）。在下列這

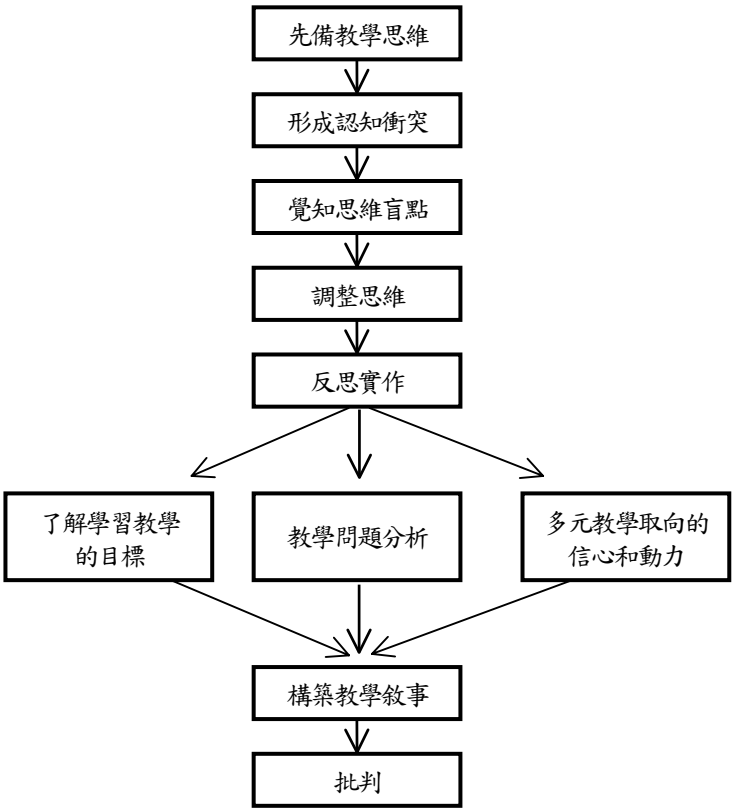


圖 3：在行動研究中一位初任數學教師的成長過程

兩段對話當中，佳惠的問話：「那你怎樣告訴人家那一個最長？」、「還有沒有其他方式？」以及在比較三段長度時，故意不對齊讓學生比較，都顯示佳惠的診斷教學的安排。

佳惠:覺得是一樣長的舉手！呵 趕快下注！一. 二. 三……十二個覺得是一樣長的喔！好，那你覺得這三個是有長短差距的舉手！好，那請問同學，**既然大家的意見不一樣，你要說服人家**，……..。（890411T1-1）

佳惠：那你怎樣告訴人家哪一個最長？

S:量啊

佳惠：量，你可以量量看，**還有沒有其他方式？**

S：比比看！

佳惠：比比看，對不對？好，所以這樣子哪一個比較長？（890411T2-1）

佳惠關心學生的學習，自然帶進符合診斷教學理念的活動。她鼓勵學生上台、強調教學要順著學生的想法（思維上的覺知），並且以舉例、反問、反駁和告知錯誤的方式回應學生的想法。除此之外，她的問話具備良好啓動學生思考的特質。當佳惠請學生上台在黑板上作線段 AB 的 2 倍長時，學生的作法是先畫出一段和 AB 等長的線段，再從右邊的端點出發，接上另外一段線段，佳惠在複誦學生的作法之後，以反例去反駁學生的想法。

佳惠：不管你做好了沒？都抬頭看一下他的做法，…量出 AB 的長度後呢？量完之後，然後呢？

找一個點，這裡有一個點，好，**先畫出一段，連起來，然後才從這裡當出發點，再做一次，好，再連起來，你是這樣做的舉手，...好，那我問同學一個問題，如果今天你是這樣子做，萬一你畫的不準，畫上面一點，那會怎麼樣？會不會是直線...**，剛剛你如果分開兩節來做，很可能你不小心他就歪掉了啊！就會造成不是一條直線的結果？（890411T2-3）

又，當學生在找「三角形的三邊中點」時，要畫中垂線，結果只找了一點，少了一個點，中垂線做不出來。佳惠一直以程序性的作圖步驟反問，最後才說明兩點決定一直線。

佳惠：各位同學你要畫一條中垂線的話，你現在只有下面一個點，還要一個。……，一個點你要畫垂直的線，畫不出直線，所以呢下面有一個，上面要不要也有一個？要哦！……..，所以呢，你一定要有兩點才能連出一條直線喔！（890418T-3）

從上述的活動可以發現：佳惠的教學具有很多診斷教學的成份，因此，師生互動自然增強：但是，她仍未能落實診斷教學理念。在第三段教學案例中，她以程序性的作圖步驟反問，重要的數學內涵卻沒有跟隨著教學進行，這顯示出她已經能夠診斷學生的困難，但還未能針對學生的關鍵概念進行教學，就所要化解的衝突徹底討論。因此，在 Bell（1994）的診斷教學特性下，初任教師的表現是：教學具有很多診斷教學的成份，但是，執行起來仍有待改進。

2. **培養學生的數學感的教學活動增多**

上述的活動歷程可以培養學生對數學的感覺，除此之外，佳惠又設計許多教學活動來營造培養數學感的環境。她在教立體圖形的時候，提供教具讓學生觀察，數邊、數面、數頂點，又問學生：「有沒有看到什麼規則？」、「你們對這兩個多角錐有什麼感覺？」；她在談到角錐的時候，會請學生猜一猜「一個角錐它的底面是正 n 邊形的時候，它會有幾個頂點？幾個邊？幾個面？」（89.04.25）。透過這樣的思維過程，培養學生對於數學的感覺。

佳惠：再來，我要讓大家看一樣東西，我問同學，**你們對這兩個圖形有什麼感覺？**我先問同學，這個立體圖形兩個面跟兩個面之間有沒有互相垂直？（89.04.25）

佳惠：**請同學先猜一猜，一個角錐它的底面是正 N 邊形的時候，它會有幾個頂點？幾個邊跟幾個面？先猜一下，N 邊形的時候呢？**如果角柱的話底面會有幾個？再來，我們看一下，如果三角錐的話，三角錐，請問它有幾個頂點？再來，四角錐，同樣的道理，它有幾個頂點？問題來了，如果是正 N 角錐的話，有幾個頂點？幾個邊？幾個面？（89.04.25）

事實上，營造數學感和診斷教學是本研究中師資培育者 R_0 在培育階段的兩個中心想法（林福來, 1999），也是佳惠在校期間所接受的數學師資培育課程的重點，因此，她已具備相關的先備知識和學習經驗。但是，去年大四試教時，佳惠在這兩項的表現是空有想法沒有內涵，這次教學實作之後，佳惠頻繁地設計教學活動，來實踐培育期間學得的教學理念，可見其思維與行動更趨一致。在上一段對話中，佳惠注意到學生的作法有問題，也以反例加以反駁，讓學生知錯，但是她未能順著學生的想法，釐清思路，即時問一句：「你怎麼知道它會等長？」以及「什麼時候它會等長？」。這些證據顯示佳惠強調教學要順著學生的想法只是思維上的覺知，未到行動上的覺知。

3. **思維上從關心教材轉移到關心學生的想法**

在本研究中，我們一直未見佳惠為存活所作的努力。佳惠在大四試教時，主要是關心教室經營和教學進度，這在 Fuller 的關心理論中是屬於關心自我和關心教材的階段。從佳惠初任第一年的教學實作和反思中，她的教學思維已從關心教材轉移到關心學生的各種想法。從佳惠在教學實作三個月後在課堂中的表現，我

們發現她非常重視學生的回答，而且多有回應。當學生出錯時，她會順著學生的想法，從一般的現象中舉出特例作爲反駁來澄清問題。而關於答案的理由，她會注意學生有沒有回應是否支持，並且會追問下去。她的教學思維已經隨時想要關心學生，但是在行動中有時還是沒有餘力來照顧學生。

在金鈐和林福來（1999）的研究中：有位專家教師 T_1 具有二十年的教學經驗，他在反思中把他教書以來的成長分成三個階段，即「照本宣科」、「關心自己和教材」和「自成一格期」。另一位具有二至三年的教學經驗的生手教師 T_2 的教學主要是依據課本的內容，參照學校的講義，她認爲教材是大家的最大公因數，照本宣科比較保險。這兩個案例可以和關心理論相呼應，在沒有外力介入下，讓初任教師自然的成長五年，他的發展可能還停留在關心教材的階段，而一個資深教師能夠有自己的教學想法並且在教室中實踐，需要十年或八年。

從教師的關心理論看佳惠在大四試教到大五初任期間的成長，會發現她已經進展到關心學生的想法。從三個月後的教學分析看佳惠的表現，她已做到教學要銜接學生的想法，讓學生的想法先出來，再順著學生的想法去教學，這些證據顯示佳惠已進展到在思維上關心學生的想法。這和 Katz（1972）、Fuller（1975）以及 Karge et al（1993）的教師發展的四個階段比較起來，她在這個面相的發展是很有成效的。但是，要在行動中眞正做到照顧學生的各種想法，並且立即作適當的回應，例如，教數學時把說理變成是一種教學習慣以及教學要順著學生的想法，引導學生往前進一步思考，這兩件事對佳惠而言都是困難的。

4. 待成長的空間：診斷教學和說理

本節所謂「待成長的空間」，包括：(1)教數學不能只教技術，直接指出錯誤。要讓學生講道理，即要診斷爲何錯。(2)數學是講究推理的，在每一個地方都要培養學生和自己把說理變成是一種習慣。知道學生爲何錯，教學要順著學生的想法，老師要知道怎樣引導學生前進。這兩點是佳惠需要發展得更精緻的地方，也就是她有待成長的部分。例如：

當佳惠請學生上台去作 AB 線段等長的線段時，學生的作法是：在 AB 線段上作一個類似長方形的圖形，這樣的想法，不在佳惠的預期之內，佳惠沒有順著學生的想法去討論，就直接指出錯誤。

佳惠：好，你覺得他的 CD 會和 AB 一樣長的舉手，有沒有人覺得可能不會精確？可能會不一樣？也有喔！好，我剛剛特地聽了一些他邊畫邊講的一些言語喔，他講了一句話，有沒有人聽到，他說：**這有準嗎？**那請問同學，**如果他不小心歪掉了，歪掉了，它會不會一樣？**

S：不會！

佳惠：就不會對不對？**這有沒有準？把他看成是一句很重要的話，**萬一呢！你在畫的時候不小心，突然地震，把他動了一下，就歪了，好，得到一個 D 點在這裡，這裡也是一樣，不小心就歪了，本來人家很好的，就動了一點，這樣會不會一樣？就不一樣喔！這樣就變成了一個關鍵。（890411T2-4）

針對這一段教學，R_0 給予的評論是：數學是講究推理的，在每一個地方都要培養，要讓說理變成是一種教學的習慣；教數學不能只教技術，要講道理。教學要順著學生的想法，老師要知道怎樣引導學生前進。

R_0：數學是講究推理的，……，每一個地方都要培養，要讓說理變成是一種教學的習慣，….你先回想一下今天有多少地方，其實你是可以要學生說理的，比如說，今天其實可用些關鍵性的問句，像為什麼你這樣講？你怎麼知道這樣講？…..

R_0：……我們討論過要順著學生，然後老師就是要知道怎樣把學生的了解層次往外推，還有整節課如果能夠加一句問話，就會變成非常強的推理活動。用尺規去作一線段，你怎麼知道會一樣長？

上課中你已經破壞了圓規的公正性了，你說如果稍微地震啊！動一下，不穩啊！怎麼樣啊！就不一樣了。人為操作可能產生技術上的誤差，你已經講出來了，那為什麼你做出來的是一樣長？這個時候*最重要的要講什麼？你可用一句話來引導，"因為怎麼樣，所以它一樣長"。讓學生平常都會講，"因為我把圓規張腳永遠固定，所以它一樣長"。*（890411I1-3）

對於 R_0 給予的評論，佳惠的回應是：「對啊！講了就好清楚喔！」、「其實我沒有預期過他會這麼做耶！」、「老師你還是常來看我好了，這樣子會收穫更多」。

綜合上述，我們發現佳惠的數學教學知能的成長包括診斷教學的活動和培養學生的數學感的活動增多；她的教學思維已從關心教材轉移到關心學生的想法。而教數學時，把說理變成是一種教學習慣以及教學要順著學生的想法引導學生前進，這兩個面相是佳惠待成長的空間。

四、綜合討論

(一)行動研究的功能與限制

教師們通常期望經由師資培育者研究、設計適合教師的課程，師資培育者能幫助教師進行有效的實作。事實上，已有許多研究證實：參與研究是促進教師專業發展的方法之一。在澳洲（Krainer, 1993），紐西蘭（Brittetal, 1993）以及英國（Jaworski, 1999）的研究結果都顯示「參與研究」對於發展有效的數學教學有正面的影響。在本研究中，初任教師可以自主發展活動，檢驗自己教室中的教與學的過程。而行動研究提供鷹架讓初任教師在開始嘗試不同的教學想法時，有一個心理上與行動上的支撐，讓教師可以放心地嘗試不同的教法。這正是保證式實作理念的實踐。關於保證式的培育方式，Ruthven（1999）曾提出保證式實作的主張，他認為過去對教學實作所主張的「好的實作（good practice）」、「反思實作（reflective practice）」、「有效的實作（effective practice）」都有其優缺點，而學校數學教師的專業責任則相對要求教師要在一個充分明確的認識論基礎上重建其專業的判斷。所謂的「保證式」有兩層重要的意涵：在形成教學意圖時有明確的判斷基礎；以及確保教學實作能實踐其教學意圖。

換言之，保證式實作的培育仍保有當下「以教學概念作為教學專業反思成長基礎」的共識，但也強調除了反思外，要能實作，也就是**要保證「所知」可以轉換成「所為」**。

本行動研究同時具備三類促進教師專業發展活動的某些特質。像本文中的初任教師佳惠經由技術的關注而發展的知識，包括活動取向的教學設計和教室經營的策略、函數和幾何教學的內容知識、教學材料的組織和評量的技術等等；佳惠經由實踐的關注而發展的知識，包括作為反思實作者，分析並且批判自己的教學，以及從思考教學問題的過程中獲得經驗；佳惠經由解放的關注而發展的知識，包括從學生在學習行動中的批判學到學習活動和數學必須連結是教學活動的重要環節；從 R_7 的批判覺知教學設計時必須檢驗教學思維與行動是否一致；從 R_0 的批判覺知數學教學專業的發展空間。

初任這一年，佳惠的教學確有進步。本研究證實行動研究可促進初任教師的教學反思，以覺知教學的盲點，並且從不斷的反思、討論與實作的過程中獲得學習。但是，要培養把說理當作教數學的一種習慣，以及在課堂中能夠隨時銜接學生的想法，對初任教師而言，畢竟是相當困難的。因此，利用行動研究促進初任教師教學知能的發展仍有它的限制。

(二)類比與認知衝突交錯的學習模型

類比和認知衝突在學生學習數學和科學時，是兩種重要的過程。類比可以促進學生科學概念的學習（邱美虹和高淑芬, 1999）。認知

衝突情境的教學可以幫助學生釐清理化的迷失概念、提昇學生的思考力以及增加學生科學學習的興趣（廖琳瑩、劉秀寶和佘曉清, 1999）。Tirosh 和 Stavy（1999）的研究發現學生在學習數學和科學時會使用一些直觀法則，這些直觀法則可以幫助教師解釋和預測學生的想法，也可能是學生學習困難的根源。而要克服直觀法則的副作用，類比的教學和衝突的教學被證明是有效的。在學生的學習上，如果學生具有正確的直觀，有一些好的經驗範例，那麼教學可以建立在它的基礎上作類比教學；若要釐清學生直觀的迷思概念，則可以透過認知衝突來讓學生知道自己的錯，釐清自己思維的盲點。

在本行動研究的第一循環中，佳惠在設計教案時，一直無法覺知自己的教學問題，直到 R_7 製造教學思維上的認知衝突，她才覺知她的教學盲點並且作正向的調整，佳惠的這個認知過程符合 Piaget（1972）的平衡理論。又，佳惠在教學期間，記錄教學經驗，收集教學問題，有了類似的經驗以後，遇到問題時直接使用類比（以之前在師資培育課堂看過教學影帶內或同學試教的經驗爲基礎，例如教學時先提問，讓學生討論各種想法，再整合學生的想法作爲新內容的起點，這個做法在師資培育課堂被肯定），若是類比的策略是正確的，她會因此依例往前行動；若是類比是不當的或是並無參考依據，此時需要借助外力。本文中，佳惠尚無法自己省思教學缺失，仍須藉助外力的介入才能克服教學上的盲點。因此，在學習教學的過程中，教學推理的類比與教學思維的認知衝突是兩個重要的過程，學數學教學需要這兩個過程的交互作用。

就學生的學習而言，類比和認知衝突既是教學的策略，也是學習的理論；在本研究中，我們發現教學推理的類比和教學思維的認知衝突可以充分詮釋佳惠的學習。在行動研究第二個循環當中，佳惠把實作過程中從教室內收集來的教學知識，表現成故事的形式，拿來作爲和他人溝通的素材。這些教學敘事是否也具備作爲教學推理的類比的基礎和認知衝突的例子的功能？在教師設計教學或在教學中，教學敘事扮演怎樣的角色？則是另一個值得討論的問題。

五、結論與建議

(一)主要結論

本研究探討一位初任數學教師參與行動研究的歷程和成效。本文呈現在行動研究的情境下，初任教師如何與研究小組互動、如何設計教學活動、如何反思、如何在此情境中成長。從個案教師的教學實作分析，可以發現：初任教師在行動研究情境中，自主地設計教學活動，隨時反思自己的教學。她的教學知能的成長包括診斷教學和培養學生的數學感的活動增加；她的教學思維已從關心教材轉移到關心學生的想法。如果我們將教師在「教學概念」的學習類比到學生在「數學概念」的學習，可以發現：這位初任教師教學專業的成長是一個教學推理的類比學習與教學認知衝突的學習之交互作用模型。因此，除了提供行動研究的情境，輔導策略若能讓初任教師有教學認知衝突的學習機會才能更 有效地觸動教師的成長。

(二)建議

1. **提供鷹架支持對初任教師的輔導是重要的**

初任教師的專業發展是教師教育比較難照顧到的，師資培育者所處的環境與教師的環境不同，教師通常會埋怨師資培育者是理論家，他們無法感同身受（初任）教師的教學現實，導致有許多不切實際的期待與評論。目前學校教師社群對初任教師的專業發展沒有提供具體的支持方案，即使現有的實習輔導制度已有現場輔導教師的設置，但是現場輔導教師的功能並沒有充分發揮出來。本研究中的初任教師曾經多次參觀同事的教學，但是，她對同事

的教學反思看不到所以然，因而無法在同事那裡學習教學。又，在她自己的教室中，她因爲缺乏經驗，無法接近學生的想法，即使對自己教學作反思也感覺不到教學問題在那裡。因此，在初任教師的輔導方案中，提供鷹架支持是重要的，初任教師學習教學的動力應該受到充分的照顧。

2. **教學經驗的內蘊化是師資培育研究的重要議題**

本研究中，我們已經證實教師在實作過程中從教室內收集來的教學敘事對教師的教學反思與專業發展有重要的幫助。我們猜測初任教師從行動研究的第一個循環到第二循環，教學經驗一再地被壓縮，物化成教學敘事，這些教學敘事在教師的反思和行動中扮演著重要的角色。但是這當中，教學經驗如何內蘊化、如何被壓縮、如何被物化，到最後可以隨時拿來和他人溝通，我們還未加以深入探究，是值得更進一步作精緻分析的問題。

致　　謝

本文是國科會研究計畫（計畫編號 NSC89-2511 -S-003-020）的部分成果。本研究小組成員在研究過程中提供諸多資料在此一併致謝。更感謝參與研究的初任教師佳惠與我們分享教學的想法和心得。文中論點是兩位作者所有，與國科會無關。

參考文獻

1. 邱美虹和高淑芬（1999）：類比對應對學生建構“原子結構”心像之影響。**台灣師大學報**, 科學教育類, 31-59。
2. 佘曉清、連文惠和蘇蘭雅（2000）：中等學校實習教師之反省式科學教學行動研究。**科學教育學刊**, **8**(3), 273-286。
3. 林福來（1999）：教學思維的發展：**整合數學教學知識的教材教法**（3/3）。國科會專題研究計畫成果報告。
4. 金鈐和林福來（1999）：**一個價值取向的數學教學**。國科會八十七年度數學教育專題研究計畫成果討論會。
5. 黃瑞祺（1996）：**批判社會學-批判理論與現代社會學**。台北：三民。
6. 黃鴻博和郭重吉（1999）：STS 理念的接納與實踐--一個國小教師的個案研究。**科學教育學刊**, **7**(1), 1-15。
7. 張宏志和柳賢（1995）：數學科實習教師實習期間之教學相關技能，教學態度及價值觀的改變分析研究。國科會專題研究計畫成果報告。
8. 張宏志（1996）：數學科實習教師實習期間之教學相關技能，教學態度及價值觀的改變分析研究。收錄於國科會科教處，八十四年度數學教育專題研究計畫成果討論會摘要。
9. 國立編譯館（1998）：**國民中學數學第三冊教師手冊**。台北：臺灣書店。
10. 廖琳瑩、劉秀寶和佘曉清（1999）：應用「衝突情境式」教學改變國中理化迷思概念。論文發表於中等學校之教學與學習學術研討會（pp. 182-191）。新竹：國立交通大學教育學程中心。
11. 鍾靜（2000）：以學校本位教師進修有效支持數學課程改革。**研究彙刊**, **10**(2), 71-89。
12. Atweh, B. (2000). Why Action Research?「行動研究法」研習工作坊研習資料。台灣師大數學系。
13. Bell, A.W. (1994). Some experiments in diagnostic teaching. *Educational Studies in Mathematics*, **24**(1), 19-34.
14. Britt, M. F., Irwin, J. C., Ellis, J. & Ritchie, G. (1993). Teachers raising achievement in mathematics: Final report to the ministry of Education.

Auckland NZ: Centre for Mathematics Education, Auckland College of Education.

15. Clements, K., & Ellerton, N. (1996). Mathematics education research: Past, present and future. Bangkok: UNESCO.
16. Edwards, T. G., & Hensien, S. (1997). Change in teaching practice during an action research collaborative. In L. Meria & D. Carrcher (Eds.), proceedings of the 19th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (4, p.464). Recife: Brazil.
17. Fuller, F. F. (1970). Personalized education for teachers. An introduction for teacher education. Austin, TX: Research and Development Center for Teacher Education. Texas: The University of Texas.
18. Fuller, F., & Brown, O. (1975). On becoming a teacher, In K. Ryan (Ed.), Teacher Education, 74th yearbook of national society for the study of teacher education (pp. 25-52). Chicago: University of Chicago Press.
19. Grundy, S. (1987). Curriculum: Product or praxis? London: The Falmer Press.
20. Ginns, I., Heirdsfield, A., Atweh, B., & Watters, J. (2000). Beginning teachers becoming professional through action research.「行動研究法」研習工作坊研習資料。台北：台灣師大數學系。
21. Habermas, J. (1971). Knowledge and human interests. Boston: Beacon Press.
22. Jaworski, B. (1994). Investigating mathematics teaching: A constructivist enquiry. London: The Falmer Press.
23. Jaworski, B. (1999). Developing mathematics teaching: Teacher, teacher-educators and researchers as co-learners. In F. L. Lin (Ed), Proceedings of the 1999 International Conference on Mathematics Teacher Education (pp. 226-239). Taipei: Taiwan Normal University.
24. Karge, B. D., Sandlin, R. A., & Young, B. L. (1993). Analysis of beginning teacher concern data to restructure preservice teacher education. Paper presented at Annual Meeting of the American Educational Research Association. Atlanta: GA.
25. Katz, L. (1972). Developmental stages of preschool teachers. *Elementary School Joural*, 73, (1), 50-54.
26. Krainer, K. (1993). Understanding students' understanding: On the importance of cooperation between teachers and researchers. In P. Boero (Ed.), Proceedings of the 3rd Bratislava International Symposium on Mathematical Teacher Education. Bratislava: Comenius University.
27. Lerman, S. (1999). A review of research perspectives on mathematics teacher education. In F. L. Lin (Ed.), Proceedings of the 1999 International Conference on Mathematics Teacher Education (pp. 110-133). Taipei: Taiwan Normal University.
28. Mason, J. (1998). Enabling teachers to be real teachers: Necessary levels of awareness and structure of attention. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1(3), 243-267.
29. Miller, D. M., & Pine, G. J. (1990). Advancing professional inquiry for educational improvement through action research. *Journal of Staff Development*, 11, 56-61.
30. Oja, S. N., & Smulyan, L. (1989). Collaborative action research: A Developmental Approach. London: The Falmer Press.
31. Piaget (1972). Problems of Equilibration. In Nadine, C. F. (Ed.), Piaget and Inhelder: On equilibration. Philadelphia: Jean Piaget Society.

32. Raymond, A. (1996). What is collaborative action research? In A. M. Raymond (Ed.), Collaborative action research: Case studies of school-university initiatives (pp. 1-7). Terre Haute, IN: Curriculum Research and Deve-lopment Center, School of Education, Indiana State University.
33. Ruthven, K. (1999). Reconstructing professional judgment in mathematics education: from good practice to warranted practice. In C. Holyes (Ed.), Rethinking the mathematics curriculum (pp. 203-216). London: Falmer Press.
34. Schön, D.A. (1983). The reflective practitioner. London: Temple Smith.
35. SLO/NVORWO (1994). Standards for primary mathematics teacher education. Utrecht: Freudenthal Institute.
36. Tirosh, D., & Stavy, R. (1999). The intuitive rules theory and inservice teacher education. In F.L.Lin (Ed.), Proceedings of the 1999 International Conference on Mathematics Teacher Education (pp. 205-225). Taipei: Taiwan Normal University.
37. Zumwalt, K. (1990). Beginning professional teachers: The need for a curricular vision of teaching. In Reynolds (Ed.), Knowledge base for the beginning teachers, (pp. 173-184). New York: Pergamon Press.

A Beginning Mathematics Teacher becoming Professional through Action Research

Ing-Er Chen[1] and Fou-Lai Lin[2]

[1]Department of Child Care & Education, Fooyin University

[2]Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

Abstract

This paper describes the process and the effect of a beginning mathematics teacher becoming professional through action research. Classroom observations and interviews were conducted and transcribed. The observation notes and students' learning profiles were collected. The way of analysis of the episodes was adopt to analyze the data. We found that this teacher was able to design suitable activities for her pupils making mathematics sense, and tend to teach diagnostically. Her teaching concerns have transferred from task-concerns to pupil-concerns. The development of this teacher's pedagogical power was interpreted by a learning model in which pedagogical reasoning by analogy and pedagogical cognitive conflict interplayed.

Key words: Action Research, Beginning Teacher, Professional Development.