

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民91，33卷，2期，1—22頁

多元思考教學策略對國小教師數學教學 之影響暨教師專業成長模式之建構*

張景媛 呂玉琴 何縉琪 吳青蓉 林奕宏

國立台灣師範大學 國立台北師範學院 慈濟大學 新竹縣 台北縣
教育心理與輔導學系 數理教育學系 教育研究所 忠孝國民中學 自強國民小學

本研究目的有二：(一)分析教師由督導協助進行數學科多元思考教學策略的效果。(二)探討實驗組教師的專業成長歷程。參與者含小學生74位，督導、實驗組及控制組教師各1位。工具有教案、成就測驗卷、學生手記、教師札記、課堂觀察記錄表。經一學年實驗教學發現：1.實驗組與控制組學生的五下數學成就測驗成績無顯著差異，但實驗組六下數學成就測驗成績顯著高於控制組。2.從學生手記發現實驗組學生喜愛多元思考教學策略。3.學生在小組討論時能得出課本所無的解題內容。4.教師是透過研習、討論、教學及省思等歷程提升個人專業能力。5.教師專業成長歷程包含：想像期、挫折期、習慣期、激發期、思考期、嘗試期、修正期和推廣期。

關鍵詞：數學、多元思考教學策略、教學督導、教師專業成長歷程

數學對某些學生來說很有趣，對某些學生而言卻是令人煩惱的課業。教育心理學者多年來探究數學科教學策略，由行為學派強調刺激反應聯結，到認知學派認為學習是知識的習得。而今認知心理學對人類知識發生的歷程有更深入的研究，因而指出學習是知識的建構。這一連串理論的演進，連帶對教師的教學策略產生了重大影響。

此外，數學教育學者提出許多建議，如Larkin, McDermott, Simon與Simon(1980)指出專家和生手在解題歷程上主要有兩項差異，一是知識組織，二是解題策略。Schoenfeld(1985)則提出數學解題策略，強調解題時儘可能畫圖、運用歸納式論證、運用矛盾法或對換法加以思考、考慮變數較少的類似題、以及試著建立次目標等方法皆有助解題。張景媛(民83)則依建構論觀點提出各種數學解題策略，如繪圖法、試誤法、命題法、估算法、教學棋術、園徑策略等。但是，這些數學解題策略仍是以數學思考為主的學習法，對於不同認知風格與智力潛能的學生來說，幫助不大。

Gardner(1983)提出多元智力理論，認為人人都具有多方面能力，如語文、數理、音樂、視覺空間、身體動作、自我和人際等；但是每個人擅長的能力並不同，如果數學教學僅侷限在數理邏輯思考上，有些學生將因不同的認知潛能而產生學習困擾。例如學習音樂的學生，在音感上可掌握四分之

* 本研究為行政院國家科學委員會專案補助之計劃(NSC90-2519-S-003-006)，謹此致謝。

一拍的速度，但在數學的分數學習上卻可能有困難。如教師能運用學生擅長的能力來引導其思考，或可減低學生的學習困擾，促進學習效果。這是本研究的目的之一。

過去在職進修方式多是參與研習會或在校內進行教學研討會。據教師們的說法，參與研習會多只是聽課，對實際教學沒有太大的幫助；至於校內教學研討會的功能似因人而異，對用心的教師而言是會激發出良好的教學策略，但是對其他教師則未必。就目前的狀況來說，研究者主張在職教師參與研習會宜採用工作坊的形式，將理論與實務結合，才能對教師產生影響。然而單次的研習儘管有其影響，但回到學校後能持續努力發揚的教師並不多。因此，若能建立校內教學督導制度，教師們在研習中學到的知能，回到學校後能和同事一起分享、討論，如此才能將教育理論落實到實際的教學之中。

一、教師教學生態與成人質變的學習

今日教改已成趨勢之際，究竟中小學教師們對教學抱持何種想法？這些想法如何影響其行動表現？能瞭解教師們的想法，才能找出最適合教師們的方式來改善教學品質。柯華威、幸曼玲（民84）發現國小教師的教學信念與教學行為是以「教」為中心，教師們盡心盡力教學生知識與行為，不認為學生有自學能力，因此教師須靠自己講課，才能傳遞訊息給學生。此種教師習慣的教學方法，要改變並非易事；這現象可從成人的學習理論來看。

成人學習時，除了吸收新知外，更會將新知和以往的經驗加以統整，亦即成人的學習是將以往累積的知識與經驗再次檢核和審視。這種審視與更新的歷程就是所謂質變的學習（transformative learning）。Mezirow（1975）曾對83位婦女重回學校進修後所經歷的質變情形加以記錄與描述，發現產生如下階段：

1. 經歷一個迷惑的狀況。
2. 經歷自我的檢核。
3. 對自己內在角色產生批判的評估。
4. 瞭解自己不滿的情緒是許多人曾有過的經驗。
5. 探索新的行動方向。
6. 要在新角色上建立能力與自信心。
7. 計畫行動課程。
8. 為實現個人的計畫而去獲得知識與技能。
9. 嘗試新的角色並評估效果。
10. 以新的希望重新進入社會情境中。

質變學習的理論其實是奠基於建構主義的觀點，認為意義非外求，是經由人際互動而獲得，也就是存在於人內心的念頭。所謂質變的學習，基本上就是檢核、質疑、確認及修正的歷程，此歷程也可說和認知心理學強調的後設認知與自我調整有密切相關。過去，學校的學習強調只用一種方式來看待事物，這種觀點較安全，不致使人產生焦慮或失去信心，但它卻隱含扭曲、偏見與刻板印象等不良影響。所以，成人質變的學習不能再以過去傳遞訊息的方式來進行教學，理想的方式應是讓成人在溫暖安全的環境裏，讓學習者在自我反省、表露的歷程中，內心產生真正的改變。

二、專家教師的特性

Gagné, Yekovich 與 Yekovich（1993）指出「教學是一種複雜的問題解決活動，其目的在促進學生的學習」所謂的專家教師必定是專家的問題解決者（expert problem solvers），應具有三種特性：

1. 複雜的概念性理解。
2. 高度自動化基本技能集組。

3. 有彈性及適應性的教學策略集組。

早期對於教師的要求多著重在專業知識的培養，之後又強調教學能力的評量。Shulman (1986) 提出「教師知識」的種類：

1. 內容知識 (content knowledge)：乃指學科知識與其概念間的組織。
2. 教學內容知識 (pedagogical content knowledge)：與內容知識不同處在於此種知識包括了示範、類比、闡述、解說、澄清等活動，這些活動在使教師將內容知識轉變成學生所能理解領悟的內容。
3. 課程知識 (curriculum knowledge)：是針對不同階層的不同學習者，應設計不同的課程內容來予以教導的一種知識。亦即教師要有診斷教學問題的能力，及提出因應策略的能力。

教師如果缺乏上述知識，可能會產生如下問題：

1. 不瞭解學生的先備知識，就不能以學生已有知識來引導其學習新教材。
2. 不能以學生已有知識來引導其思考，也就不能針對不同學生設計符合他們的教學內容，教師只以自己認為最好的方式來教導學生。
3. 教師認為好的方法與知識不見得適合每個學生的學習，但是教師無法察覺學生的個別差異，不瞭解為何學生學不會。
4. 教師不瞭解學生的學習困難，就無法提供有效的策略改善學生的學習表現。
5. 教師不能改善學生的困難，會造成學生學習上的挫折，教師本身也會感到挫折，因而責備學生不努力。
6. 學生受到學習無效與教師責備等雙重挫折時，會對學習產生厭惡，因而放棄學習。

從上述問題中，我們可以看到學生放棄學習的原因是什麼，也能瞭解教師的專業知識對學生會產生何種影響。

三、多元智力與數學科多元思考教學

過去對於數學教學的研究，多從問題討論或認知論的角度去思考，如黃幸美、林美珍、鄭晉昌 (民86) 探討國小學童好與差的解題者在類比推理解題上的表現；游麗卿 (民86) 從學生和專家的認知觀點探究小學四年級學生對除法陳述性和程序性知識。這種研究取向能夠深入的瞭解學童的思考模式，但是對於本身並非擅長數學邏輯思考的學生來說，一味的研究從孩子的數學邏輯思考進行學習，是否會讓學生感受到更多的挫折。如果我們換一種思考方式，想想孩子熟悉的事情是什麼？從孩子習慣的事物來思考數學情境，是否能讓孩子放鬆心情，樂於學習呢？

Gardner (1983) 提出多元智力理論，認為智力的架構應包含問題解決的技能。因此，他提出人類具有語文、音樂、邏輯數理、視覺空間、身體動作、自我、人際等多種智力。每一種智力的內涵如下：

1. 語文智力：對文字的意義有高度敏感性，並能有效運用語言符號進行溝通。
2. 音樂智力：對音樂有高度喜好，可能朝音樂家、作曲家、演奏家等發展。
3. 邏輯數理智力：喜好數學思考者，平時喜歡解決問題、推理、使用抽象的符號。
4. 視覺空間智力：能正確有效地瞭解物理世界，對抽象圖形較敏銳。
5. 身體動作智力：能較有效操作物體，動作較靈敏。
6. 自我智力：能瞭解並知覺自己的感覺和思考。
7. 人際智力：對他人及周遭的世界較敏感。

之後，Gardner (1995) 又提出第八種智力—「自然觀察智力」，也就是能對自然事物產生懷疑與疑問的想法，進而思考其中的現象。

孩童的潛能各不相同，教師應該瞭解每位學生的特殊能力，並設計多元的學習活動，讓學生從適合自己的活動中去學習某些概念。亦即針對學生的特性，各種學科主題皆可經由多種適當的方式加以

進行 (Checkley, 1997 ; Gardner, 1997) 例如：學習分數時，教學生在打拍子的節奏中學習二分之一拍的長度。這種多元思考的學習運用到學生的音樂、語文、數理、動作、人際等的能力，這就是我們想要進行的多元思考的教學策略，亦即讓學生在自己熟悉的活動中自行建構數學概念。

四、建構論與數學科多元思考教學

Vygotsky (1978) 的社會建構論認為理解是透過一連串人際心理 (interpsychology) 和自我心理 (intrapsychology) 的心智運作歷程。在學習過程中，若是學生的想法與新訊息不一致，就會產生認知失調的狀況。在此情形下，學生會自行調整或重新建構先前的想法，這種不斷修正的過程即為建構概念的歷程。Vygotsky (1978) 認為建構概念必須在學生的近側發展區 (zone of proximal development) 進行，亦即教師應掌握學生的學習狀況，給予適當的引導，如示範、增強、回饋、高層思考等策略的介入，讓學生發展出更高層次的心智歷程，促進學習表現。

建構論及多元智力理論在教學上皆認為從不同的向度引導學生自行思考問題是學習的關鍵。不少學者對此進行過許多研究，如 Schoenfeld (1985) 強調數學解題的研究方向應考慮資源、捷思、控制、信念系統等四個變項；Mayer (1987) 從認知心理學問題表徵的觀點來探討解題者的解題歷程，認為解題歷程中學生運用了語言知識、事實知識、基模知識、策略知識及程序性知識等；張景媛 (民 83) 曾以建構論的觀點設計教學策略，教導學生經由思考、辨別和歸納等歷程獲得概念。

由上可知教學材料應以學生的「生活事件」來設計問題情境，教學歷程則是採用「建構理論」的觀點讓學生思考問題，最終目的是要讓學生能學以致用，同時增進學生的學習動機。本研究強調教學時，教師應尊重學生的多元智力和思考型態，設計教具、活動及策略來引導學生建構數學概念；在此過程中，教師同時也擴展了自己的教學型態，對教師本身的專業知能也有幫助。但是，過去的學校制度並不有利於教師的專業成長，學校中並未有專家教師來協助新手教師解決教學的問題。

五、教學督導理論研究

為什麼教師要以傳統的講述方式進行教學？主要因為教師不知如何進行思考的教學。在今日，教育研究者必須先提出具體的行動策略，讓教師在瞭解基本的理論與方法後，才能將理論與實務結合起來。未來每所學校都是研究中心，不只大學教授要進行研究，中小學教師也要有教學和研究能力；而且，學校內應有教學督導來協助教師改善教學品質。教學督導主要功能是輔助教師解決問題、提升教學能力。教學督導包含十種管理行為 (Glickman, Gordon, & Ross-Gordon, 1995)，各具有不同程度的主控權：

1. 傾聽：督導聽取教師的意見。
2. 澄清：督導澄清教師的問題與意見。
3. 鼓勵：督導鼓勵教師繼續深入探討問題。
4. 反映：督導重述教師的意見，以確定訊息是否正確。
5. 提示：督導提出自己的意見供教師參考。
6. 解決問題：督導促使教師想辦法解決問題
7. 協商：督導與教師協商出符合雙方意見的共同決策。
8. 指示：督導給予教師有限的選擇做決策。
9. 標準化：督導要求教師依標準來完成工作。
10. 增強：督導以增強、鼓勵等方法促使教師完成工作。

支持教師改善教學的方法很多，但須具有專業的督導者來擔負督導之責，以確保教師得到適當的回饋。督導教師的模式可稱為臨床視導 (clinical supervision)，它是一種概念，也是一種組織結構。

從概念來看，臨床視導是一種改進教學的方法，屬於目標導向的方式，結合學校的需求與教師個人的成長需求；教師和督導者以專業合作的關係互動，彼此高度依賴。從組織結構來看，臨床視導的過程包含了輔導前的會談、上課中的觀察、分析與解釋，以及後期的會談與評論等。督導的方式很多，如同儕督導 (peer supervision)、示範教學、協同教學等。本研究擬對實驗教學的教師進行教學督導的活動，讓實驗教學教師能瞭解多元思考教學策略在數學教學上的應用情形。

基於以上理念，研究者提出以下的研究目的：

- (一)分析教師在督導的協助下進行數學科多元思考教學策略的效果。
- (二)探討實驗組教師參與研究時專業成長的歷程。

方 法

一、研究對象

(一)實驗組：本文第一作者於87學年度在北市教育局協助下舉辦教師研習活動「多元思考教學策略工作坊」，共有40位教師參與。研究者在工作坊中徵得一位自願進行長期研究的國小五年級教師，參與數學科多元思考教學策略的實驗教學，並以該教師的導生班學生為實驗組，有35人，以常態編班方式組成。實驗組教師為男性，有九年教學經驗。該教師接受多元思考教學策略工作坊的訓練，並在研究開始後接受教學督導的指導設計教案。

(二)控制組：本研究另設一班為控制組，與實驗組為同一地區的學校，學生人數39位，以常態編班方式組成。控制組教師在該校教務處的評語為認真負責、口齒清晰、教學有條理。該教師是以講述法說明課程內容讓學生了解，並進行練習，教學過程中少有小組討論或相關活動。控制組教師為女性，有十年教學經驗。上述兩位教師都任教於台北地區都市型學校。

(三)教學督導：由實驗組教師校內一位正於國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所教心組博士班四年級修習學位的教師擔任教學督導，與實驗組教師共同討論、設計多元思考教學策略教案。教學督導本身具有十年教學經驗，其碩士論文即是以教師專業成長為主題。

二、研究工具

(一)數學科多元思考教學策略教案

本研究設計的多元思考教學策略教案，以每一教學單元為設計單位，內容包括：單元名稱、教學時間、教學目標、學生先備知識、教學資源、參考資料、學習活動、活動流程說明、評量重點。教案設計以學生小組討論為核心，強調教師在教學過程中的多元佈題以幫助學生了解問題內容。

(二)國小五下數學科成就測驗卷

研究者自編，在六上學期初施測，以比較實驗組與控制組學生在六上實驗教學正式開始前的數學科成績。滿分一百分，共三十題，以國小數學課本第十冊為範圍，包含是非、選擇、填充、計算、應用等五大題型。試卷內容委請國立臺北師院數理教育系呂玉琴教授、國立編譯館國小數學科教材編審委員林素微老師、臺北縣國民教育輔導團數學科輔導員林嬌嬌老師等三位國小數學科教材專家依雙向細目表檢核試題的適合性。試卷經三位專家與研究者多次修正，以建立內容效度。

(三)國小六下數學科成就測驗卷

研究者自編，在六下學期末施測，以比較實驗組與控制組學生在為期一年實驗教學結束後的數學科學習成績。滿分一百分，共三十二題，以國小數學課本第十二冊為範圍，包含是非、選擇、填充、計算、應用等五大題型。試卷內容仍委請上列三位教材專家依雙向細目表檢核試題的適合性。試卷經

三位專家與研究者多次修正，以建立內容效度。

四、數學學習手記

實驗組學生使用的數學學習手記，在數學課後記錄個人的學習心得，內容包括：心情塗鴉（以調整情緒）、單元重點、我的疑問、我的心得、思考題等。

五、教師教學札記

本研究請實驗組教師在教學後記錄課堂教學心得。包括：教學省思札記、教師成長記錄及教師對教學督導的建議等。

六、課堂觀察記錄表

本研究主持人與助理定期觀察實驗組教師在數學課上的教學情形，並錄影記錄學生課堂學習表現。

三、實驗設計

本研究設有一實驗組（35人）及一控制組（39人），採實驗組控制組前後測設計。前測為五下數學科成就測驗成績，後測為六下數學科成就測驗成績。在實驗階段，實驗組採多元思考數學策略教案，控制組採傳統教法。

四、實施程序

(一)於87學年度下學期初辦理教師研習活動多元思考教學策略工作坊，目的在讓教師們瞭解多元智能理論，以及多元智能論在教學上應用的情形。

(二)聯繫自願參與實驗教學的教師，共同討論實驗教學的設計，在五下先進行數學科三個單元的試探性教學；接著從六上進行為期一學年的正式實驗教學。

(三)蒐集實驗組與控制組學生的數學科前後測成績。

(四)蒐集實驗教學教師的省思札記與實驗組學生的學習手記及小組討論結果。

(五)進行資料分析，包含量與質的資料分析。

五、資料處理

本研究量的分析採用t考驗。質的研究採三角檢核法（triangulation），以多種方法、多項資料及多位評分者進行質性資料的信度與效度考驗。

結果與討論

一、教師進行數學科多元思考教學策略的結果分析

在本研究中，有一位參與多元思考教學策略工作坊的國小五年級教師願意參與本實驗教學。在試探性教學的五下數學三個單元中，先由教學督導與實驗教學教師共同設計兩個單元的教學活動，第三個單元則由實驗教學教師自行設計，再與督導討論；之後再進行六年級一學年的數學科多元思考教學策略實驗教學。另設一班原本即實施傳統講述式教學的控制組，以比較實驗教學的成效。

(一)數學科多元思考教學策略的課程設計分析

試探性教學三單元的教學設計皆經由國立臺北師院數理教育系呂玉琴教授審核與修正後進行教學。各單元的特色分析如下：

1. 教師先佈題，讓各組學生以小白板進行討論，並報告本組的思考結果。

2. 觀摩各組的解法，並提出疑問，以澄清個人的盲點。
3. 教師在課堂結束前進行統整的說明，讓學生瞭解本節學習重點。
4. 每單元都有延伸題，讓學生思考課本以外的題目，以免學生將思考侷限在課內題。
5. 對於抽象的數學名詞，透過體驗來瞭解其意義，例如實際感受一公秉的空間大小。
6. 課後學生以數學學習手記來記錄課堂所教的內容、省思個人學到什麼、有何疑惑、感想或發現等。

(二) 課堂錄影觀察記錄分析

試探性教學的三個單元均以攝影機錄下上課情形，並與實驗教學教師討論。此階段的分析結果如下：

1. 運用生活事件來引起動機，立意佳，但時間不宜過長，應思考更適當引起動機的方式。
2. 教具在事前要做充分準備，以免課堂中因教具不足而影響活動進行。
3. 首次用小白板進行討論，師生都不習慣，事前應進行訓練。
4. 學生在小組討論時的分工，應做妥善安排，最好每位同學都有任務要完成，以免能力較強的同學擔負所有的責任。
5. 如果各組都要報告討論結果，耗時甚久；如果皆屬同類的解法，只要擇一組報告，它組補充說明即可，如此較省時。
6. 各組同學報告時，擺放小白板位置不理想，妨礙同學觀摩，對此可進行指導。
7. 未必每個活動都要用小白板，每節課以一到兩次較為理想，可以設計不同的活動讓學生思考。
8. 學生聽它組報告時應養成專注的習慣，教師可在一組報告後立即問同學聽到什麼，以培養學生聆聽的技巧和掌握重點的能力。
9. 教師具有歸納者的角色，但未必都是由教師來歸納，可以問學生總共有幾種解法？喜歡哪一種解法？為什麼？
10. 教師身為支持者，引導學生發現錯誤；對同學的錯誤也須感謝提供了思考的機會，這樣的教導方式符合人本的精神，也讓學生更勇於發表意見，更喜歡數學。
11. 五年級學生似乎還不十分瞭解驗算的意義，教師花了一些時間讓學生瞭解如何估計自己的答案，如何驗算答案是否正確。
12. 教師運用具體的物體來引發學生的動機，但是如果未和主題做好聯結，學生不知為什麼要做這項活動，無法帶動後面的教學內容，所以聯結的部分很重要。
13. 教師進行實驗教學時，有時會採傳統講述法，此點對剛採用多元思考教學策略的教師來說難以避免。其實講述法也並非毫無優點，只須注意時間不宜太長。教師們要放開心情去教，不要太過擔心這些問題。
14. 有時教師舉的例子學生反而不太瞭解，後來由學生自己試著出題，教師加以修正，學生反而聽得懂。雖然學生舉的例子不完全正確，但是可以引發教師思考如何用學生的例子來說明一個概念。
15. 在進行到最後一個單元時，教師讓學生討論後上台報告，學生要注意聽並找出有何不同的地方，並思考為何有此差異存在。這樣的過程就是建構論強調的教學策略，可見教師愈來愈能掌握建構論的精神，學生愈來愈習慣這種思考方式。
16. 教師對於建構的精神已能掌握，但是對於如何讓不同潛能的學生都能在數學課中得到信心，似乎掌握的仍不夠。此部分需要教師多觀察學生的潛能，在適當的時間讓他們有所表現，並給予適當的鼓勵。

從課堂觀察中，研究者發現秩序的維持是令教師較為困擾的地方，由於實驗教學教師態度溫和，較能容忍學生的一些脫序反應。如果教師本身的性格不能容忍這些反應時，可能會造成師生衝突，影

響教學效果。

（三）數學學習手記內容分析

在學生的數學學習手記中，研究者發現此種作業單能引發學生的興趣，教師往往在回收時發現學生另外補充許多資料，也有家長提供更多的訊息給教師，所以這是教師、學生及家長間很好的一種溝通管道。在手記中除了練習題和思考題外，學生還要進行省思的活動，現將結果依教學單元分析如下：

A、單元「分數乘法」的部分：

1. 學生感到疑惑的問題有：

(1) 本單元只教分數乘以整數，那麼分數可以乘分數嗎？如果分數乘以小數那該怎麼辦呢？如果整數又乘分數又乘小數那麼該如何才好？

(2) 我們可以把小數變成分數嗎？我們教了分數的乘法，是否也有分數的除法？

2. 學生在本單元的心得感想有：

(1) 分數的乘法可以用很多方式來計算，只要把分子分母搞懂就不會算錯了。

(2) 分數的乘法比整數的乘法容易，因為分數可以約分，避免數字太大，增加演算的速度，而整數會愈乘愈大，所以約分實在太好了。

3. 學生個人的省思：

(1) 我要多練習乘法，我計算的速度很慢，考試時會來不及寫完。

(2) 老師為了使我們對數學有興趣，特地讓我們分組競賽，好玩極了，我覺得數學也可以玩得很開心，不會再害怕數學了。

(3) 上課用小白板真好玩，每一組都可以用自己的方法來算，但是上課時有攝影機在照，有被監視的感覺，想偷看書都不方便了。

B、單元「平均」的部分：

1. 學生的疑惑問題有：

(1) 除了上課教的兩種算平均的方法外，到底還有沒有其他的算法？

(2) 為什麼平均人數有零點幾人呢？為什麼六個人的平均比五個人的平均還小呢？

(3) 把許多數加起來求平均時，是否可以有簡單的方法來加這些數呢？

(4) 為什麼有時候可以用最大數加最小數除以2就是平均數？

2. 學生在本單元的心得感想有：

(1) 我知道教師如何算我們的平均成績了。

(2) 有幾個未知數，我們只要知道他們的平均數，就可以求出他們的關係，例如：甲乙丙丁的平均數是7，乙丙丁的平均數是9，我們就可以推算出甲是1，好像偵探推理一樣。

(3) 雖然求平均數要先算出總和，但是平均是要以多補少，有時候是一個連續的數，或是等差的數列，我們用眼睛看就可以看出平均數是在哪裡，不一定都要先加總和。

(4) 四個數的平均數算好後，第五個數要多少才能提高平均數，這種題目真有挑戰性，我喜歡。

(5) 我覺得這個單元很有用，可以在日常生活中平均的分配物品。

3. 學生個人的省思：

(1) 我在計算總和時常會因為數字太大而算錯，總和錯了，平均一定也不對，所以一定要小心的加總分。

(2) 平均的算法不難，不過有些題目要思考一下才會懂它的意思。

C、單元「體積和容積」的部分：

1. 學生的疑惑問題有：

(1) 除了公秉以外，還有沒有更大一點的單位？

- (2) 如果要求一個中空物體的體積該怎麼辦？
 - (3) 為什麼課本上沒有說公撮的英文怎麼寫？
 - (4) 我想知道圓柱體的體積還有圓周率怎麼算？
2. 學生在本單元的心得感想有：
- (1) 我知道了單位和單位之間的關係。
 - (2) 我覺得要背1公升=幾公撮，這種東西最難背了，一定要想個方法記起來。
 - (3) 這一課感覺比較難，還是平均容易些。
 - (4) 老師拿桌布圍起來，讓我們每個人穿過去，來體驗公乘的大小，真是有趣。
3. 學生個人的省思：
- (1) 我覺得這個單元有點麻煩，一下子要學這麼多的單位，我都記不住，該怎麼辦呢？只要換算錯了，整題就完蛋了。
 - (2) 這個單元雖然很好玩，因為我們去量游泳池的大小，計算它的容積，但是要背這些單位，真不容易啊！

四數學科多元思考教學策略的教學效果分析

本研究在六上學期初以實驗教學教師的導生班為實驗組，學生35人，進行一學年的數學科多元思考教學策略的實驗教學；另設一班為控制組，學生39人，以比較實驗教學的效果。兩班均在六上學期初施測自編的五下數學科成就測驗卷，以了解兩班在實驗教學開始前的數學學習成就；在六下學期末施測自編的六下數學科成就測驗卷，以了解兩組在實驗教學進行將近一學年後的數學學習成就。實驗組和控制組學生兩次測驗的數學成績比較如下表：

表一 實驗組和控制組在兩次成就測驗的成績

	五下數學科成就測驗		六下數學科成就測驗	
	平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	79.51	15.30	86.40	9.70
控制組	82.74	14.09	79.08	15.77

由上表可知，在五下數學科成就測驗方面，實驗組平均成績為79.51，標準差為15.30。控制組平均成績為82.74，標準差為14.09。Levene 變異數同質性檢定結果為 $F= .317$ ， $p > .05$ ，未達顯著差異，故兩班之變異數可視為相等。t檢定結果為 $t= -.945$ ， $p > .05$ ，未達顯著差異，故兩班在實驗教學正式進行之前的五下數學科學習成就無顯著差異存在。

而在六下數學科成就測驗方面，實驗組平均成績為86.40，標準差為9.70。控制組平均成績為79.08，標準差為15.77。Levene 變異數同質性檢定結果為 $F= 3.302$ ， $p > .05$ ，未達顯著差異，故兩班之變異數可視為相等。t檢定結果為 $t= 2.373$ ， $p < .05$ ，已達顯著差異，可知實驗組進行一學年的實驗教學之後，六下的數學科學習成就顯著高於控制組。

五教師進行數學科多元思考教學策略的綜合討論

本研究的教學策略是依據多元智力理論及建構論來設計。各活動運用不同的智能，讓不同潛能的學生在數學課上都能有所表現。但在教學過程中，教師是否真正運用建構式教學策略，引導學生思考問題，進而讓每個學生都有所表現，則是教學是否成功的關鍵。

從學生的數學學習成就來看，進行實驗教學後的實驗組數學表現顯著高於控制組。這樣的結果讓研究者與實驗教學教師頗感安慰，因為原以為控制組教師會幫學生複習，也做了許多練習，成績可能會比實驗組學生好。但結果並非如此，說明了思考的教學雖然花費許多時間，但是學生獲得的概念也

比較清楚，因而表現在測驗成績上。從課堂錄影觀察中，研究者發現許多值得改進的地方，但在初步的嘗試中，實驗教學教師能掌握建構論的精神，並針對學生提出的疑問進行討論，已屬難能可貴了。

從數學學習手記中可以發現學生在學習數學時會產生許多的想法或疑問，教師若能從學生的疑問開始引導，就能化「被動的學習數學」為「主動的探究數學」。有時成人會懷疑學生能想出什麼好問題，但是本研究發現，學生想的問題真是不少，而且概念互有關連。教學如能循著學生的思考進行，學生可以學會一系列相關的知識，而不是個別單元地學習片段的知識。此問題值得我們思考，未來教材的編製、學生學習的速度如何可以因人而異，各取所需。如果有一天真的達到這樣的境界，相信學生是可以學得好又快。

二、學生課堂分組討論的內容分析

在五下的三個試探性教學單元結束後，六上學期初開始進行本研究為期一學年的實驗教學，以實驗教學教師的導生班為實驗組，進行數學科的多元思考教學策略教學。從課堂觀察實驗組小組討論的內容中可分析出幾項重點：

(一)學生的解法與課本上的解法不同

題目：用40公分長的鐵絲彎成一個長方形，如果長為11公分，那麼寬是幾公分？（教師提示：用□表示寬）

課本上列出的算式有兩種：

1. $\square \times 2 + 11 \times 2 = 40$ 2. $(\square + 11) \times 2 = 40$

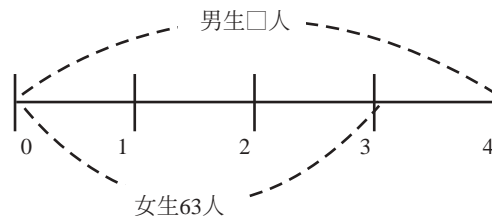
學生列出的算式則有下列形式：

1. $(40 - 11 \times 2) \div 2 = \square$ 2. $\square = (40 - 11 \times 2) \div 2$

(二)學生的圖示法與課本上的圖示法不同

題目：六年級參加夏令營的男生和女生人數的比是4：3，女生有63人，男生有多少人？

課本上的圖示法如下：

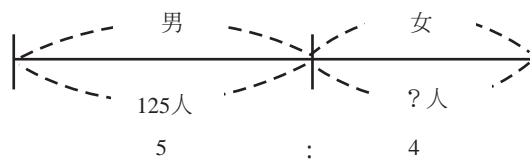


教師提供給學生的類題和上題相似，但學生討論出的圖示卻不相同。

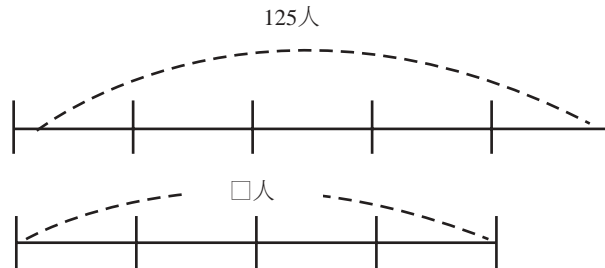
教師類題：六年級參加畢業旅行的男生和女生人數的比是5：4，男生有125人，女生有多少人？

學生的圖示法有下列幾種：

第一種：



第二種：



第三種：

125	人	



第四種：

$$\begin{array}{rcl}
 \uparrow & & \uparrow \\
 5 & : & 4 \\
 =125 & : & \square
 \end{array}$$

(三)學生想出課本所沒有的新公式

題目：在圓周上取八個點，連接起來，可以連成幾條直線？

課本上的解法是先列表：

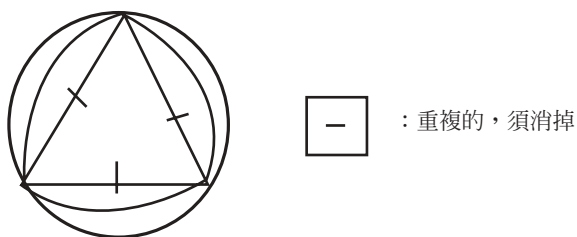
表二 課本的表列法

點數	2	3	4	5	6	7	8
線數	1	3	6	10	15	21	28

再找出答案：7+6+5+4+3+2+1=28（條）

學生的解法：

第一種：



學生發現的算式：點數 \times (點數-1) \div 2 = 線段數
 $8 \times (8 - 1) \div 2 = 28$ (條)

第二種：

學生也是先列表：

表三 學生的表列法

點數	2	3	4	5	6	7	8
線數	1	3	6	10	15	21	28

學生發現：點數+線數=下一組的線數

$2+1=3$ (下一組的線數)

$3+3=6$ (下一組的線數)

$4+6=10$ (下一組的線數)

$5+10=15$ (下一組的線數)

$6+15=21$ (下一組的線數)

$7+21=28$ (下一組的線數)

四學生會從個人的認知基模發現問題、思考問題

題目：認識角柱和角錐

學生提出的問題是：若角柱倒下來還是角柱嗎？

學生自己思考的答案有下列幾種：

1. 應該還是角柱，因為已經是角柱了，倒下或立正都應該是角柱。
2. 是角柱吧！因為角柱倒下來仍然還有長方形的側面！
3. 角柱倒下來，頭歪著看就好了。
4. 我們不能說它不是角柱，因為它的側面沒有交會於一個頂點，既然它不是角錐，那就還是角柱。

五學生會以個人生活經驗中熟悉的事物來進行命題

課本上的題目是：學校要在操場周圍種龍柏，每隔3公尺種一棵，第一棵種在校長室外，最後一棵種在川堂，請問，一年三班教室外種的如果是第13棵，而四年五班教室外種的是第62棵，那麼順著走廊走，由一年三班到四年五班教室的距離有多遠？

學生練習命題的結果是：幼教樓前有一塊空地，長度是14.4公尺，現在要在邊上種樹，兩端都要

種，每棵數中間距離是1.6公尺，這塊空地的邊上能種幾棵樹？

(六)學生對某些圖形具有「典型範例」(prototypical instances)

教師佈題提到平行四邊形及三角形的面積時，所有六組學生皆畫成下圖：



(七)學生討論概念的定義時，會依個人觀察的情形產生獨特的想法

題目：認識角柱和角錐

課本上列出角柱的概念包括下列幾點：

1. 上下底面平行
2. 底面與側面垂直
3. 側面是長方形
4. 角柱底面的邊加2 是面的個數
5. 有兩個底面而且一樣大
6. 底面是任意多邊形
7. 頂點個數是底面邊數 $\times 2$ (學生未曾提到)
8. 和底面垂直的邊都等長，也都是角柱的高 (學生未曾提到)

學生討論的答案中提到上列八項中的六項要點，並還提出以下幾點獨特的看法：

1. 底面是什麼形，就有幾個側面。
2. 底面的邊 $\times 3 =$ 全部的邊數
3. 側面的面積 \times 側面數 $+$ (底面積 $\times 2$) = 展開面積

課本上列出角錐的概念包括下列幾點：

1. 只有一個底面
2. 底面的角或邊 $+ 1 =$ 面的個數
3. 底面的邊 $\times 2 =$ 邊的個數
4. 底面的角 $+ 1 =$ 全部角的個數
5. 側面都是等腰三角形
6. 底面是正多邊形
7. 沒有互相平行和垂直的面
8. 側面都交會於一個頂點

學生討論的答案中提到所有上列八點，並還提出以下幾點獨特的看法：

1. 一個頂點對好幾個頂點
2. 側面面積 \times 側面數 $+$ 底面面積 = 展開圖面積
3. 底面是幾邊形，側面就有幾個
4. 側面一定是銳角

5. 側面的三角形都全等

(八) 學生命題時會產生許多的創意題

課本上的題目：韓信要趁敵軍休息時攻其不備的佔領一個四方形敵軍陣營，如果每邊預計要排500人，那麼需要多少人才夠？

學生練習擬出的題目：

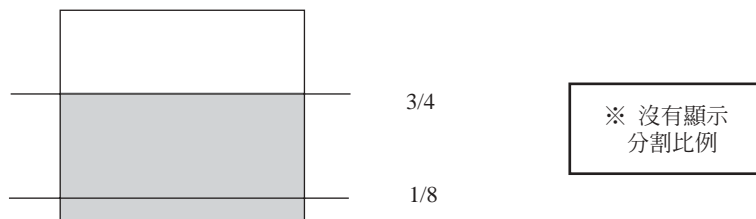
1. 有一個搶匪，剛走出銀行就發現被很多警察包圍，警察們爲了不讓搶匪逃走，排成了六邊形，每邊排了20名警察，請問總共要有幾名警察？（學生不侷限在四方形的問題中）
2. 有一片正方形土司掉在地上，有一隻螞蟻發現了，召集600隻螞蟻來搬土司，四面螞蟻要一樣多，請問一邊須多少隻？（學生命題方式與課本反向）

(九) 小組討論的列式正確，但圖示不佳，顯示學生對圖示的概念並未完全了解

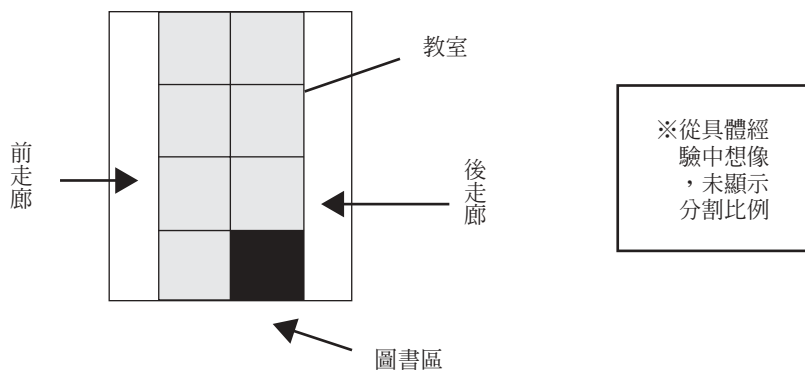
題目：六年七班的教室面積是300平方公尺，其中 $\frac{3}{4}$ 是室內部分，室內的 $\frac{1}{8}$ 由教師把它規劃爲圖書區，那麼圖書區的面積是多少？（各組算式均爲 $300 \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{8}$ ）

學生不佳的圖示法：

第一種：



第二種：



(十) 學生對小數和分數的認知基模不同

學生以「小數和分數在生活中的運用情形」爲題進行討論，下表爲部份討論結果：

表四 實驗組學生對「小數和分數在生活中的運用情形」部份討論結果

小 數	分 數
1.除得盡的時候用	1、除不盡的時候用
2.百分比 (84% = 0.84)	2、分成幾份佔幾份時 (5/6)
3.圓周率 (3.1416)	3、世界的土地與海洋的比例
4.跑步的秒數 (12.8 秒)	4、灼傷的面積 (全身有3/4 的面積被燙傷)
5.體溫 (37.9 度)	5、分pizza 時用
6.收音機的頻道 (FM99.7)	6、音符使用分數
7.刻度 (尺、體重)	

學生從生活經驗中學習到分數與小數的概念，這種認知基模的形成，是經歷三個步驟：比較一個基模中的各種例子、辨識例子間的相似性、建構該相似性的表徵（岳修平譯，民87）。但是在基模形成的過程中常會產生過度概化的現象。例如學生認為除得盡用小數，除不盡用分數，但是音符「二分之一拍」應該除得盡，為什麼不用小數？因此，可以再將這些問題拋給學生仔細思考，進行基模的精鍊。

三、教師專業成長的省思札記分析

(一)實驗教學教師的省思札記分析

實驗教學教師每次上完數學課後即須填寫省思札記。以下為札記的分析結果：

1.在教學設計方面：

- (1) 札記內容大多是談到如何改進教學策略，包括時間的分配要如何調整，才能上完預定的課程。
- (2) 教具準備不足而以畫長條圖來代替，可以讓學生學習應變的能力；
- (3) 分組報告用掉太多時間影響到下課。
- (4) 學生運用小白板在小組內討論，教師還要以口頭問答來瞭解學生在小組內是否充分討論。
- (5) 數學學習手記讓學生帶回家做，而課堂上又剛好要使用，有所衝突，所以未來是否要把學生的手記分成兩本，或是變成單張來運用。
- (6) 採用學生日常生活中的事物進行操作，最能達到讓學生思考的目的。
- (7) 教學時設計的題目不宜太多，應讓學生仔細思考問題情境，以免學生匆忙中運用直覺的想法（平均一定是大數減小數、多的除以少的）來進行演算，形成更多的迷思概念。

(8) 在最後一個單元體積與容積部分，實驗教學教師自行設計活動，原先想請學生收集加油站的收據，再讓學生想像1000公升=1公秉意義，但是後來不斷嘗試修正後，發現以布圍起來，讓學生進入其中體驗1公秉的立體感，發現這種空間感是無法用語文清楚說明，但卻可以清楚感受到的。

2.在處理突發事件方面：

- (1) 課堂中發生學生因意見不合而起爭執，教師想到評量項目中有一項是「尊重他人的意見」，因此想用其他時間來進行輔導，以培養學生尊重他人想法的態度。
- (2) 在體驗體積和容積時，因為要排隊進入，有些學生無所事事就開始打鬧，因此考慮進行這種活動時，分組來體驗，沒有輪到的小組要進行問題的討論，讓教室秩序不會太混亂。

3.在學生的思考方面：

- (1) 有些學生認為驗算就是再算一遍，這種想法要再修正，教師可以示範驗算的各種方法，讓學生體會驗算和再算一次有何不同。

(2) 有學生提出問題，本來正好可以利用當天的教具進行說明，可惜未做詳細的解釋。

(3) 沒有想到前後平均、奇數平均及偶數平均的觀念會那麼難懂，原先運用磁鐵來進行說明，也未能達到效果，下次再教一遍，要改變方式，針對問題來思考，不要添加太多額外的概念。

(4) 五年級學生似乎尚未發展到形式運思期，對於抽象一點的思考問題就無法理解。

(5) 教師設計的問題最好在教學前預試，以瞭解該年級的學生是否能夠理解。

(6) 在體積與容積等抽象概念方面，教師發現學生很難去記憶這些單位的換算，於是採用親身體驗的方式先讓學生感覺各種單位的大小，然後再要求學生記憶換算的公式。

(7) 學生在估計體積和容積時，與實際值差很多，所以先讓學生估計、再來實測也是種很有趣、很能引發學生興趣的一種教學方式。

(三) 教師成長記錄分析

本研究從實驗教學教師的成長記錄中發現以下幾個重點：

1. 新手教師不易理解學生為什麼聽不懂教師教的課

「第一年在新竹山上教書，第一次月考全班只有一個人及格，校長要求重新出題再考一次，第二次全班沒有一個人及格。」

教師自我分析可能的原因是：不瞭解學生的背景，以為自己教了學生就應該懂；難題是課外題，自己出課內題不是難題；不瞭解學生的想法，以為上次考壞了，這次一定會努力準備考好一點；沒有注意學生的文化，原住民兒童的用語、用詞、生活習慣及原有經驗對學生的學習有很大的影響。

2. 參加多元思考教學策略工作坊後，瞭解學生有其個別差異存在

「多元智慧重視學生的個別差異，知道學生對相同的知識有不同的理解方式，並容許學生以不同的方式表現出個別的理解。」

教師從多元思考教學策略工作坊中發現多元智力理論可以說明學生各有各的長處和短處，每個學生都應受到關懷和照顧。

3. 決定參與數學科多元思考教學策略的實驗研究工作

「我選擇以合作學習的方式，以異質分組來進行討論，希望數學成績好的可以幫助數學成績差的學生，會使用這種方式也是因為過去用過，比較習慣，不需要重新適應。」

實驗教學教師仍以他熟悉的方式來進行數學科多元思考教學策略的實驗工作。

4. 認為小組討論的好處是在小組內要協調出一個共同的答案

「我要學生共同討論，希望他們提出來的答案會先經過精緻化的過程，原始的創意也必須經過大家共同的修改，所以不一定提出來的答案都是那些成績好的學生。」

5. 發現過去上過補習班的學生上課時會顯得不耐煩，現在卻變得比較認真

「我發現過去上課時，上過補習班的學生都會帶些驕傲，不太喜歡重複聽一遍，因此常顯出不耐煩的樣子，然而在數學科多元思考教學策略的實驗研究中，他們往往發現自己只是懂得一些皮毛，只會用公式得到答案，卻說不出理由，所以氣餒就不再那麼囂張，也會參考其他同學的意見，重新建構自己的認知基模。」

6. 發現數學低成就的學生能在活動中獲得成就感

「過去他們的臉上似乎寫滿了：我不會、我不要聽，但是在實驗教學中，雖然他們的貢獻不一定很大，但是很有參與感，也許他們擅長繪畫，就可以一面聽一面畫出圖形來，令人好佩服他們的天份。」

7. 自己開始將過去學過的理論拿出來和教學產生聯結

「我要數學成績好的學生儘量教數學成績差的學生瞭解討論的內容，因為要小組競賽。結果發現學生彼此教導似乎比教師講效果更好，更能從學生的原有基模思考問題，也符合Vygotsky鷹架理論的精神。」

8. 學生主動問什麼時候要再進行數學科多元思考教學策略活動

「我在這學期只進行三個單元的實驗教學，這種方式孩子是比較喜歡。然而這三個單元不是接連著上，有些學生在實驗結束後，不只一次的來問我，什麼時候還要再實施？當他們知道下個單元不是用這種方式時，明顯表示很失望。」

9. 當遇到問題時，會想辦法解決

「我和學生剛開始時對於攝影機都有些不適應，不過孩子一下子就習以為常了，倒是我自己一直有些壓力，想要在攝影機前努力呈現最美好的一面，結果碰到突發狀況便處理得不夠理想，看來我不是那種適合演藝圈的人。」

「我覺得教具的準備也是相當大的問題，我在教學準備時，花了幾乎兩節課的時間一再思考、試驗，要用怎樣的教具才能讓學生具備一公乘的概念。在經過布幔中體會一公乘的空間感，這樣的經驗，讓學生對於公乘的概念轉換成實際空間的感覺了。」

10. 實際感受到學生的迷思概念可透過動手操作來改變

「我要學生實際測量游泳池的體積，大部分的學生事前都認為用公升為單位較為適當，結果卻發現用公升為單位的時候，數量會很大，所以用公乘較為理想。」

11. 實驗教學教師也發現自己在教室管理上面要做調整

「我覺得秩序問題可以計入獎勵的標準之中，也許小組之間會比較自動自發的維持秩序。」

12. 實驗教學教師計畫未來的教學方向

「我覺得教學者能作的實在太多了，過去由上而下的改革並未產生太大的影響，只要給教師一些方法與指引，教師是會去努力的，我們可以針對學生的需要來設計教學方案，我們會激發學生的潛在能力，尊重學生的個別差異，讓學生不僅樂在學習，更能透過活動澄清、建構、改變自己的認知基模。」

(三) 教師對教學督導的意見分析

1. 原先是為了讓實驗教學教師瞭解數學科多元思考教學策略應如何進行，所以前兩個單元是由教學督導編寫完後，再和實驗教學教師討論、進行教學。然而，從實驗教學教師的省思札記中發現，他還是認為由他自己來編寫教案會比較得心應手，所以第三個單元是由實驗教學的教師自己編寫後交由督導和師院數理系教授審核後實施。

2. 教學督導最好能定期和教師討論問題，但是督導的時間也有限，不容易常常和教師討論問題。

3. 每個學期都能和研究者當面討論問題，以澄清一些疑問或獲得一些新的概念，是相當的必要。

四 教師專業成長的綜合討論

研究者在實驗教學教師的省思札記中發現以下幾個特點：

1. 實驗教學教師在開始進行實驗教學時，花許多心力在思考如何設計活動，如何進行教學，如何控制秩序等，對於學生的思考情形較無記錄。這也符合專家教師與生手教師的理論研究，認為生手教師在進行課堂教學時，會花較多的注意力在思考如何將教材呈現出來，而無法觀察到學生學習的情形(吳青蓉，民85)。

2. 到了第二個單元開始，實驗教學教師就已經能夠注意到學生對於成人眼中很容易瞭解的平均，居然會產生困惑，這個發現讓實驗教學教師重新審視自己的教學策略是否要調整。

3. 實驗教學的教師在思考學生問題時能和理論產生聯結，例如：學生似乎未達到形式運思的階段；Vygotsky (1978) 的鷹架理論強調要給予學生適當的協助，學生無法理解可能是例子不太適當等。這時教師的想法會尋求督導的認可，以加強實驗教學教師的信心，認為自己的思考方向是正確可行的。

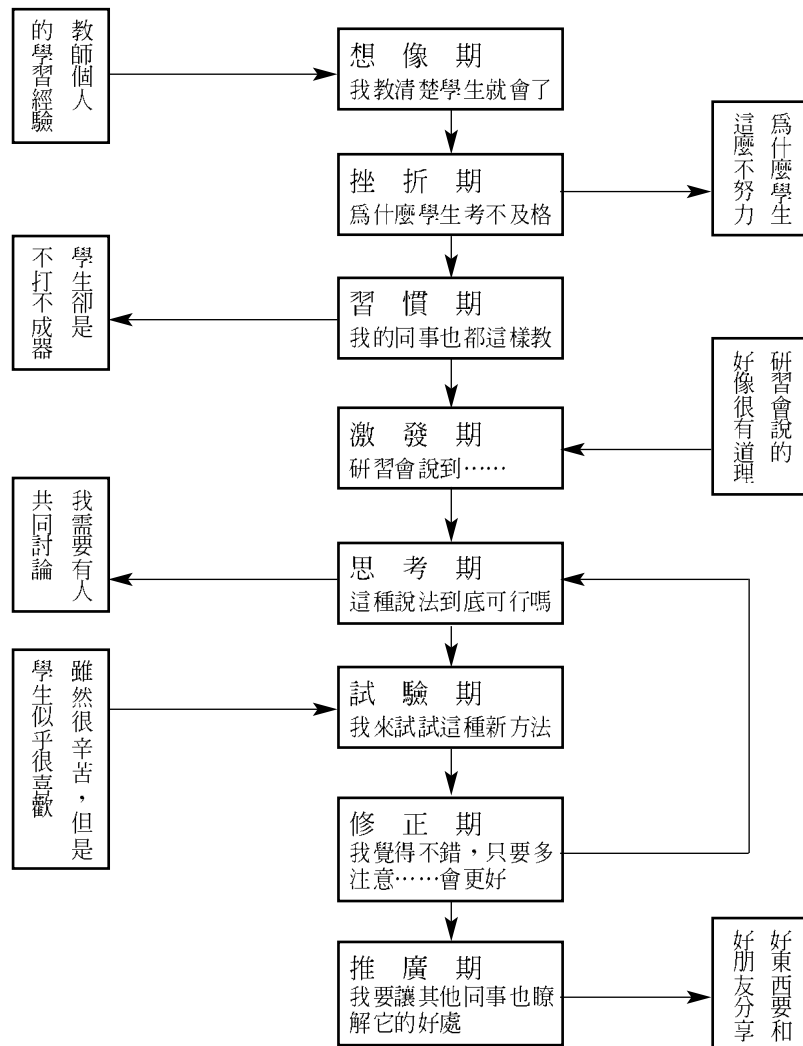
4. 在第三個單元時，實驗教學的教師就己能反覆思考如何將學生經驗和實際教學內容結合的更好，也愈來愈有自信能自行設計活動。

5. 在實驗教學初期，教學督導擔負較大的責任，也就是教案由教學督導設計後再和教師討論如何

實施教學；到了第三個單元，實驗教學者除了能自行設計教學活動，也能經由省思修改教學活動，甚至發現前面的設計如能再加以調整會更好。

這時實驗教學教師主導整個教學的進行，因為他是實際教學者，比督導更能切實掌握學生的狀況，督導已退居諮詢的角色，不必過度介入或干涉教學的進行。因此，本研究的教學效果達到統計上的顯著水準，這是因為採用多元思考的教學策略，以及有督導的協助，在雙重的策略運作下，教學的效果才能顯現出來。

6. 實驗教學教師的專業成長模式大致來說有幾個階段：想像期、挫折期、習慣期、激發期、思考期、試驗期、修正期和推廣期。這個階段與Mezirow (1975) 的研究結果類似。本研究提出的教師專業成長模式如圖十所示：



圖一 教師專業成長模式圖

結論與建議

一、結論

本研究得到以下幾點結論：

1. 數學科多元思考教學策略能促進學生的學習成就及學習興趣

數學科多元思考教學策略實驗結果，實驗組學生的六下數學科學習成就顯著高於控制組學生。在實驗組學生的數學學習手記中發現學生會思考、組織、擴展上課所學到的數學知識；同時，學生也喜歡進行多元思考的數學教學活動。

2. 學生在課堂上能討論出不同於課本的解題內容

從實驗組學生的課堂小組討論內容中，發現學生能討論出不同於課本的算式、圖示、公式，會從個人的認知基模和生活經驗來思考問題，能表現出獨特的想法，同時對某些圖示具有典型範例或不正確的觀念。

3. 教師專業成長的歷程有其模式存在

教師專業成長是由新手階段的想像期、挫折期、習慣期、激發期到思考期、試驗期、修正期及推廣期，共八大階段。

二、建議

1. 研究結果的應用

(1) 教師可以應用多元思考策略進行數學科的教學

多元思考的教學策略強調尊重學生的多元智能；教學以學生生活經驗中的事物來引導學生思考問題；知識是由學生自己建構出來的；引導學生自己發現問題、面對問題、思考問題並解決問題；解決問題的途徑很多，可採用創意的方式來思考問題。本研究以多元思考的方式進行數學科的教學，結果發現學生喜愛此種教學方式，也能透過課堂中的活動和課後的數學學習日記發現許多問題，進而解決問題。

(2) 教師可以從學生的課堂討論內容來深入了解學生的思考方式

教師在教學時，宜適時紀錄或保留學生的小組討論內容，以藉此深入了解學生對解題的思考方式，進而發掘學生的創意或迷思概念，針對此予以強化或澄清。

(3) 教學督導制度有助於教師的專業成長

在圖一的教師專業成長模式圖中，可看出教師面臨新的、不熟悉的教學觀念時，需要的就是「有督導共同討論」，而這正是教學督導所能給予教師的一大幫助。因此在未來的教師分級制中，如能設置提供教師諮詢服務的教學督導，或將此項目列為等級較高的教師之功能之一，勢將有助於教師的專業成長。

(4) 教師省思札記的分析可以促進教師的專業成長

教師平日工作繁忙，很少能有時間反思自己的教學內容。因此，教師要養成隨手記錄教學心得的習慣，再利用空閒時間進行省思，發現問題，思考改進的方案。這種方式對教師專業成長有具體的幫助。

2. 未來研究者可以繼續下列的探討：

(1) 進行縱貫研究

研究者可以透過長期追蹤參與實驗教學的六年級學生，來瞭解學生在進入國中之後的學習情形與數學學習表現。因為多元思考教學策略主要是教導學生學習的方法，包括：發現問題、思考問題、找

出策略、解決問題。學會這種方法對學生未來的學習是否有長期的幫助，值得進一步了解。

(2)探討性向處理交互作用在多元思考教學策略上的運用

多元思考教學策略對不同性向的學生是否會產生不同的影響，例如對中低數學性向的學生有可能產生較佳的學習效果，因為多元思考教學策略能讓學生自行建構出較完整的認知網路；但是也有可能學生從活動中無法自行建構概念。未來可針對這個問題深入進行研究。

(3)深入瞭解教師專業成長中的困難問題

本研究建構出教師專業成長歷程模式，共有八大階段，未來應深入瞭解教師在專業成長中的困難問題，並協助教師克服工作上的困擾，邁向專家教師的境界。

(4)研擬教師分級制度

國內目前並未實施教師分級制度，也就無法進行教學督導的方案，這對教師和學生都是不利的事。我們希望能研擬出完善的教師分級制度，以提升中小學的教學成效。

(5)探討教學督導的功能與實施成效

過去沒有教學督導的方案，也就無從瞭解教學督導應執行哪些工作，發揮哪些功能，它和校長或主任的督導功能有何不同等。這些都值得我們深入的加以研究。

參 考 文 獻

- 吳青蓉 (民85)：英語科專家/生手教師教學歷程與教學效果之比較研究。國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所碩士論文。
- 岳修平譯 (民87)：教學心理學-學習的認知基礎。臺北：遠流。
- 柯華歲、幸曼玲 (民84)：小學日常活動之生態研究。行政院教育改革審議委員會專題研究報告。
- 張景媛 (民83)：國中生數學學習歷程統整模式的驗證及應用：學生建構數學概念的方析及數學文字題教策略的研究。國立台灣師大教育心理與輔導研究所博士論文。
- 黃幸美、林美珍、鄭晉昌 (民86)：國小學童好與差的解題者的類比推理解題表現之探討。教育心理研究，20期，上冊，111-139頁。
- 游麗腳 (民86)：從學生和專家的認知觀點探究小學四年級學生對除法陳述性和程序性知識。行政院國家科學委員會專題研究計畫報告。
- Checkley, K. (1997). The first seven and the eight. *Educational Leadership*, 55(1), 8-13.
- Gagné, E. C., Yekovich, C. W. & Yekovich, F. P. (1993). *The cognitive psychology of school learning*. New York: HarperCollins College.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1995). Reflections on multiple intelligences: Myths and messages. *Phi Delta Kappan*, 77(3), 200-203, 206-209.
- Gardner, H. (1997). Multiple intelligences as a partner in school improvement. *Educational Leadership*, 55(1), 20-21.
- Glickman, C. D., Gordon, S. P. & Ross-Gordon, J. M. (1995). *Supervision of instruction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Mayer, R. E. (1987). *Educational psychology: A Cognitive approach*. Boston, MA: Little Brown.
- Mezirow, J. (1975). *Education for perspective. Transformation: Women's reentry programs in community*

colleges. New York: Center For Adult Education, Teachers College, Columbia University.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Harvard Education Review*, 57, 1-22.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

收稿日期：2000年11月10日

接受刊登日期：2001年4月30日

Bulletin of Educational Psychology, 2002, 33(2), 1-22

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effects of Multiple Thinking Teaching Strategy on Elementary School Teachers' Mathematics Teaching and the Construction of a Teachers' Professional Growth Model

CHING-YUAN CHANG

YUH-CHYN LEU

YUN-CHI HO

Department of Educational Psychology
and Counseling

Department of Math Education
National Taipei Teachers College

Graduate Institute of Education
Tzu Chi University

National Taiwan Normal University

CHING-JUNG WU

YI-HONG LIN

Zhong-Xiao Junior High School

Zi-Qiang Elementary School

ABSTRACT

The purpose of this study was twofold: (1) to analyze the effect of teachers' multiple thinking teaching strategy under the help of supervision; and (2) to explore the process of teachers' professional growth. The participants used in this study were 74 elementary school students, one supervisor, one experimental group teacher, and one control group teacher. The instruments administered to the subjects were Teaching Program of Mathematics Multiple Thinking Teaching Strategy, Mathematics Achievement Tests, Notebook of Mathematics Learning, a Teaching Diary, and Classroom Observation Records. The findings were as follows: (1) There was a significant difference in mathematics performance between the experimental and control groups on the mathematics achievement test, with the experimental group scoring higher than that of control group. (2) According to students' notebooks, they showed that they liked the multiple thinking teaching strategy. (3) In the process of group discussion, students obtained the problem-solving methods that were not listed on the textbook. (4) Teachers should participate in study meeting, discussion, practical teachings and reflection to promote their professional abilities, and (5) The teachers' professional growth process seems to include eight stages: imagination, frustration, habit, activation, thinking, trying, modification, and promotion.

KEY WORDS : mathematics, multiple thinking teaching strategy, teaching supervision ,the process of teachers' professional growth