

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民90，33卷，1期，1—30頁

多元智能與問題解決整合型教學模式 對國小學生數學學習表現之影響*

林奕宏

中和市
自強國民小學

張景媛

國立臺灣師範大學
教育心理與輔導學系

本研究探討多元智能與問題解決整合型教學模式對國小學生數學學習表現的影響。研究者融合多元智能論及問題解決教學建構整合型教學模式，以一班六年級學生為實驗教學對象；另一班控制組行傳統教學。結果發現：實驗教學一學期後，在成就測驗上，實驗組學生顯著較高；在解題歷程上，實驗組學生的自我表達、形成解題目標、水平遷移、解題正確數等方面表現較佳；實驗組中、高成就生運用圖示表徵的表現優於控制組中、高成就生。在態度量表上，實驗組學生的整體數學態度、學習信心及探究動機顯著較高；在態度訪談上，實驗組學生具有：學生為學習中心、易將數學與生活聯結、數學基模活化較廣、重視同儕互動等四項特點。

關鍵詞：多元智能、問題解決、數學教學

數學是科學的基礎。1977年，美國數學督導協會（National Council of Supervisors of Mathematics, NCSM）發表基本技巧宣言，指出問題解決是學生須具備的數學技能之一（吳德邦，民76）；1989年，美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM）提出數學課程評鑑標準，認為數學教育目標之一在於讓學生成為有效的問題解決者（Higgins, 1997）；而我國82年及83年版的國小、國中數學課程標準與89年公佈的國中小學九年一貫課程暫行綱要，皆強調培養學生數學解題能力。可見問題解決已是數學教育的主要課題之一。

1983年，Gardner提出多元智能論，主張智力應是在文化情境下受到重視的解決問題或製造產出的能力（Gardner, 1983），強調智力在生活中的運作，對教育實務產生深遠的影響（Blythe & Gardner, 1990）；而我國九年一貫課程中的十大能力與七大領域，更涵蓋了多元智能論的內涵（王為國，民88）。可見多元智能論也漸成為我國教改的新趨勢。

多元智能與問題解決歷程似乎密不可分。多元智能論除了強調多元化辨識個人能力外，更主張智力須經由發現與解決問題的過程來驗證（Reid & Romanoff, 1997）。故就多元智能觀點而言，人人皆

* 本論文係林奕宏所提國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所之碩士論文的部份內容，在張景媛教授指導下完成。

擁有多種學習和表現的途徑；而臨問題時，個人能運用不同的智能，在解題過程中展現創造力，得到解答 (Reid et al., 1997)。因此，運用多元智能進行教學，讓學生在解題情境中應用學習成果，似將成爲未來有效教學的理念。故本研究結合多元智能論與問題解決教學建構整合型教學模式，並探討此模式對國小學生數學學習表現的影響，以供教育實務參考。

一、多元智能理論

1983年，美國哈佛大學教授Gardner提出多元智能理論 (the Theory of Multiple Intelligences)，主張智力 (intelligence) 應是在一或多種文化情境下受到重視的解決問題或製造產出的能力；每個人都擁有多種不同的智力，運用智力的方式也不同；各種智力都有其獨特的思惟、解決問題或創造產出的方式；智力的內涵應包括七種能力 (Gardner, 1983；王爲國，民89)：

(一)語文智力：有效運用語言或文字的能力。此類兒童在學習時傾向用語言及文字思考。

(二)音樂智力：辨別、改變和表達音樂的能力。該智力突出的個人在學習時傾向透過節奏、旋律來思考。

(三)邏輯數學智力：有效應用數字和推理的能力。此類兒童在學習時是靠推理來思考。

(四)空間智力：能準確感覺視覺空間，並把知覺表現出來。這類兒童在學習時是以意象及圖像來思考。

(五)身體動覺智力：善用身體來表達想法和感覺、運用雙手生產或改造事物的能力。這類兒童在學習時是透過身體感覺來思考。

(六)內省智力：擁有自知之明，並根據此自知來表現適當行爲的能力。這類兒童常以深入自我的方式思考。

(七)人際智力：察覺他人情緒、動機、情感的能力。這類兒童常靠他人的回饋來思考。

(八)自然觀察者智力：1995年，Gardner提出這第八種能力，是指對各類事物分辨及觀察的能力 (張稚美，民86)。此智力突出的兒童喜愛發揮觀察力的活動。

Gardner認爲人類一生中，這些智力不斷受到先天及後天的影響；教育目的不只在傳授知識，更在引導這些智力的發展。多元智能論特別強調人類智力在真實情境的運作，對教育實務產生了如下的影響 (Blythe et al., 1990)：1.擴展能力範圍：教育應拓展學生除了傳統上受重視的語文與邏輯數學之外的能力。2.轉換學習情境：學習應該在實際情境中進行，而非只依賴傳統教學常用的文字或符號等媒介。3.改變評量方式：各種智力應在真實的表現中直接評量，而非只依靠傳統的紙筆測驗。4.注重個別學習：每位學生都有其獨特的學習方式，傳統的單一教材及教法已不適用。

多元智能論深深影響美國學校教育的課程發展，除了應用多元智能論發展教學計畫，如：1984年Spectrum Project發展學前兒童的智能評量方式；1986年Arts PROPEL評量國、高中生在音樂、美術的學習及發展情形；PIFS (Practical Intelligence for Schools project)發展可在傳統的中學課程實施的統合課程，以協助學生解決學習時遭遇的數學、閱讀及寫作等問題 (Blythe et al., 1990)；1987年更產生了第一所應用多元智能論爲辦校理論基礎的學校Key School，從教育宗旨到課程設計，皆以健全學生的多元智能爲依歸 (邱連煌，民88)。在國內，多元智能論也逐漸受到重視。除了國科會以多元智能爲主題進行整合型研究計畫、教育部國教司選擇多所國中小學爲多元智能補救教學專案示範學校外 (田耐青，民88)，民國84年我國亦產生了以多元智能論爲精神所創辦的小學 (王爲國，民89)；而即將實施的九年一貫課程，其十大能力與七大領域，更涵蓋了多元智能論的要素及類別。可見多元智能論也逐漸成爲我國教改的新趨勢。

二、問題解決數學教學

何為問題解決 (problem solving) ? 影響此領域甚大的學者G. Polya 主張：有意識地尋找某些恰能達到一項已明確構想、但無法立即達到的目標之行動；找出此行動，即是問題解決。Polya 提出如下的問題解決歷程：1. 瞭解問題；2. 找出已知與未知的關係；3. 實行計畫；4. 檢驗解答 (Polya, 1945)。另一學者J. Kilpatrick 認為從心理學層面而言，問題解決常被定義成一個情境，在此情境中個人想達到某目標，但直接通往此目標的路徑已被阻塞，故問題產生 (Kilpatrick, 1985)。

適當的問題解決歷程能有效促進解題成效，幫助學生重新建構知識，自然受到教育界注意。但教師應如何實施問題解決教學？要培養學生成為成功的問題解決者，須了解有效的學習者常具有的特性：1. 經常感到好奇，喜歡發問；2. 喜愛計算，測量事物；3. 勇於接受挑戰；4. 具有持久的毅力，奮力不懈；5. 深謀遠慮，能隨機應變；6. 能獨自學習，無師自通；7. 具有自信心 (引自張清濱，民84)。學生能自行學習，而臨問題時將能主動尋求資源以求解決之道，這應是問題解決教學的最終目標。故在教學歷程中，教師宜注意以下教學原則，針對有效學習者的特性，協助學生有效地學習 (張清濱，民84；鍾聖校，民79；Gallagher, Sher, Stepien, & Workman, 1995；Wheatley, 1991)：

(一)了解教學目標：數學問題有許多類型，某情境適用的問題，另一情境未必適用。故教師須先了解教學目標，了解期待學生能解決哪種類型的問題，對此目標實施教學。

(二)教師示範和說明問題解決策略：問題解決策略涉及多種現有知識的依序運用，個人依照選擇的策略產生行為，屬於程序性知識。教師應示範應用問題解決策略並提供機會練習，以幫助學生類比遷移，能在其它解題情境中複製策略的應用。

(三)由問題開始教學的歷程：傳統教學常是在教授知識主體後，才呈現問題，如此常使學生不清楚學習目的為何。問題解決教學亦即是以問題為中心的教學，其教學模式是在學生面對解題資訊不明確的問題後，才開始學習歷程；所有的學習皆是為了解決此問題，如此學生就能明確體會學習目的何在。

(四)提出定義模糊的問題：教師於佈題時，須先辨別定義明確及定義模糊兩類問題的差異 (Kahney, 1993)：

1. 定義明確的問題 (well-defined problem)：問題已提供解題所需的訊息，包括問題起始狀態、目標狀態、運作、限制等。

2. 定義模糊的問題 (ill-defined problem)：問題提供的訊息不完整，甚至缺乏。

運用定義模糊的問題進行教學，能有效提升學生興趣、增加學生的總學習量、產出較有彈性及創意的解答等 (Gallagher et al., 1995)。教師提供此類問題是問題解決教學的一大要素，因為此類問題解答常不只一種，對錯也不明確，學生須在各解答間作決定，使得解題情境更加真實。

(五)引導學生探究：解題時，學生面對的是先備知識無法立即解決的問題，須尋找相關資訊並測試假設的可行性，亦即將問題解決融入學習，成為學習的一部份。鼓勵學生探究問題，將能刺激學生練習解題技巧，擴展其應變能力及對世界的觀點。

(六)體認數學解題的複雜性：問題解決涉及複雜的思考過程。要能成功解題，除須擁有該領域大量的系統知識，尚須能轉換問題、以適當的後設認知來引導解題活動；此外認知架構也很重要，有助解題者回憶相關的解題過程並與眼前問題比對而能更深入的了解。故對於學生無法正確解題的原因，教師應有謹慎判斷的準備。

(七)鼓勵小組合作解題：在學生探究問題的過程中，小組合作是較能提升學生運用捷思法及行為控制的教學策略之一。研究發現，學生參與小組合作能刺激認知結構改變、獲得顯著學習成果、產生較佳的解題路徑 (Wheatley, 1991)。小組解題時，不同的意見將對小組製造挑戰，學生將體認到整合意見的需要；此時教師即是協助者，協助學生統整想法，並進行團體討論。

(八)促使學生主動參與：教學首要原則即是讓學生成為主動的學習者，儘可能讓學生自主探究，主動參與解題，如：師生共同擬題、由學生提供問題等。藉此不但可激發學生的學習興趣，更能引導出

教師期望的學習態度 (Kilpatrick, 1985)。

(九)持續挑戰與發問：為確保解題不致淪為學生的猜測，教師應持續要求學生解釋想法。學生的推理是其思考發展的功能之一，而教師提出的挑戰亦是問題解決教學的一大要素。當學生碰到難題，教師審慎、持續的發問，有助引導學生將注意力朝向問題的發展方向，協助學生驗證假設 (張清濱, 民 84)。

(十)提供學生分享及省思的空間：小組解題後教師宜進行全班性活動，讓各組能向全班解釋其解題成果；當各組解題內容互異時，教師暫不裁決，讓學生自行評判，由溝通和協調獲得共識。報告結束後讓各組比較解題過程，可讓學生省思彼此的差異，有助學生形成自己的解題策略。

(十一)對學生解題表現的不易進步有心理準備：研究發現，若教師仔細講解解題技巧、以例子顯示如何應用、並提供練習機會，學生將能學會運用這些策略；但是學生並非因此而能解出更多問題，成功的教學效果需要長期醞釀才能顯現 (Kilpatrick, 1985)。對此，教師應有所認知，並在教學時預留學生精練學習成果的時間。

以上皆是教師進行問題解決教學時須注意的原則。正因問題解決的教育價值，1977 年美國數學督導協會發表的數學基本技巧宣言與1989 年美國數學教師協會出版的數學課程評鑑標準，皆強調問題解決應是數學教育的目標之一 (吳德邦, 民 76 ; Higgins, 1997)。我國除了國小、國中數學課程皆強調學生的解題與思考外，九年一貫課程亦提出「獨立思考與解決問題—養成獨立思考及反省的習慣，有系統研判問題，並能有效解決問題和衝突」此能力為學生須具備的十大能力之一 (教育部, 民 89)。此外由國科會科教處於民國七十四年成立之數學教育學門規畫小組，在隔年提出四點未來發展的重點計畫，其中第三項即是解題導向的數學教學，指出了國內數學教育發展的方向 (吳德邦, 民 77)。可見在我國的數學教育中，解決問題是一項重要的教學目標，已成為數學教學的焦點之一。

三、本研究之理論架構及特色

(一)理論架構

多元智能論主張人人皆擁有多元智能的各成份，組合及運用智能的方式不同 (莊安祺譯, 民 87)；因此個人可能應用不同的能力來解決問題。在教育實務上，引導學生運用多元智能來解決問題，有助學生從各種不同的認知技能來選擇較有可能達成目標的方法 (洪蘭審訂、李平譯, 民 86)。其它研究中，多元智能論與小組合作學習 (Burhorn, Harlow & Van Norman, 1999)、建構理論 (張景媛, 民 88)、問題解決學習 (Reid et al., 1997) 等教學理念融合實施，皆獲得正向的成效。因此研究者為驗證多元智能論與問題解決教學融合後實施在國小數學教學的可行性，乃綜合上述各學者提出的問題解決策略及教學原則，與多元智能論相結合，設計出圖1 應用多元智能進行問題解決教學之流程：

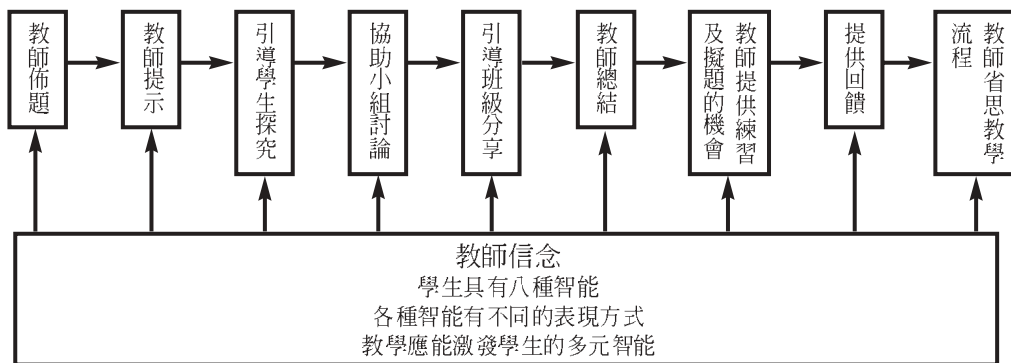


圖1 應用多元智能進行問題解決教學的流程

圖1表示教師進行教學佈題、問題提示等各項教學流程時，皆須考量學生的多元智能，以不同的活動來激發學生的各種智能，讓學生們都有參與學習的機會；教學結束，教師省思自己及學生的表現，評估教學目標達成度，做為下回教學的起點。若將圖1流程精緻化，分別析出師、生在教學中的任務，以多元智能為核心，以問題解決教學為流程，研究者提出圖2的整合型教學模式：

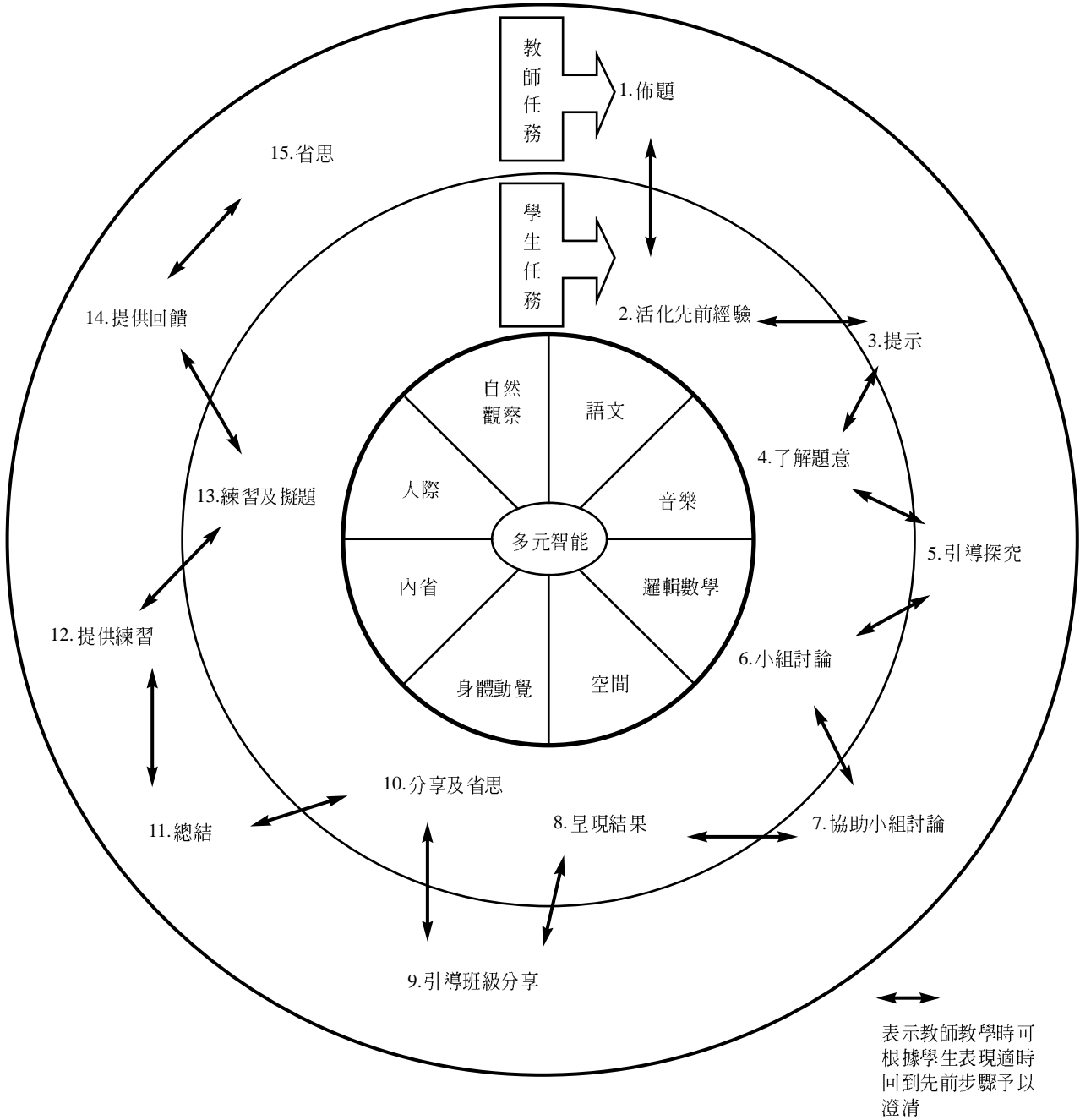


圖2 多元智能與問題解決整合型教學模式

茲將圖2的教學流程說明如圖3：

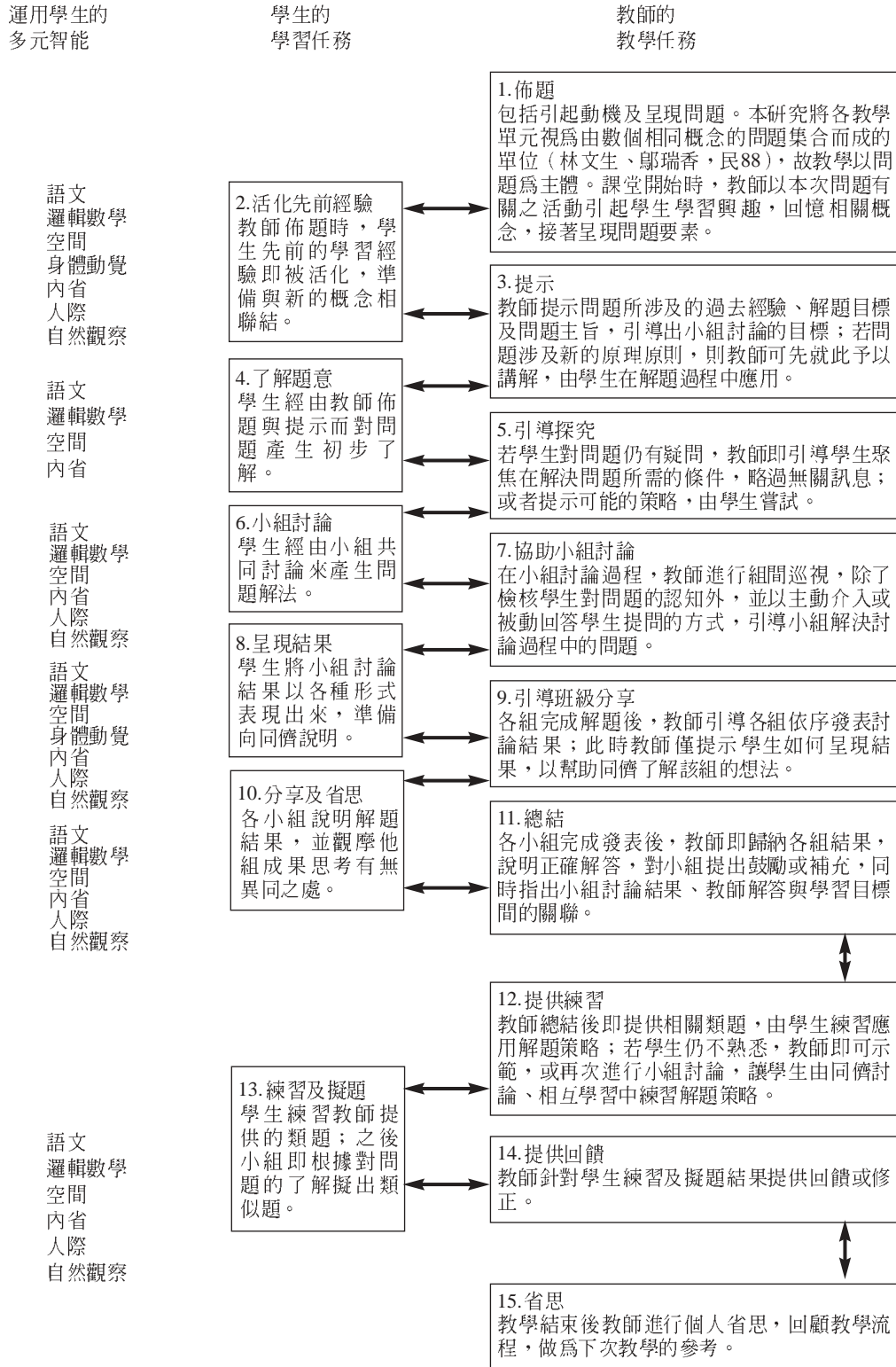


圖3 多元智能與問題解決整合型教學模式的流程說明

圖2、3中，師、生的任務乃相互影響：教師根據學生的學習情況決定是否進展到下一流程，學生則依教師的教學活動表現適當行為。完整流程從教師佈題開始，接著學生活化先前經驗、教師提示等15項師生共同進行的步驟。在這些步驟中，教師可依學生表現隨時回到先前步驟澄清疑問；教師在不同的教學任務中，可視主題以不同的智能方式呈現，或讓學生表現不同的智能以強化學習效果。研究者根據文獻探討提出本教學模式，並探討此模式對國小學生數學學習表現的影響。

(二)本架構的特色

本教學模式雖是綜合多元智能及問題解決等教學策略，但其精神與建構主義、合作學習等理念亦有關聯。以下簡介其間的關係：

1. 建構主義教學

強調學生主動建構知識的過程，重視自主參與的學習；認為學生是教學的主角，有責任就自己的經驗加以詮釋並依據對經驗賦予的意義進行主動建構（朱則剛，民85）。

2. 合作學習

強調團體合作，學生在小組內分工，經由同儕協助在彼此互動的情境中學習，以達成共同目標；教師將合作及社會技巧納為學生學習的目標之一，引導小組成員彼此依賴、互助及分享，每位成員都負有學習成敗之責（Adams & Hamm, 1990）。

本教學模式則是以多元智能論為教學理念，教師以多種方式呈現教學概念，並引導學生以擅長的智能來表現學習成果；教學流程則以問題解決教學為主，由教師佈題開始，學生由小組討論中解題，並進行班級分享、教師總結等步驟。茲以圖4表示建構主義教學、合作學習與本教學模式之間的關聯：

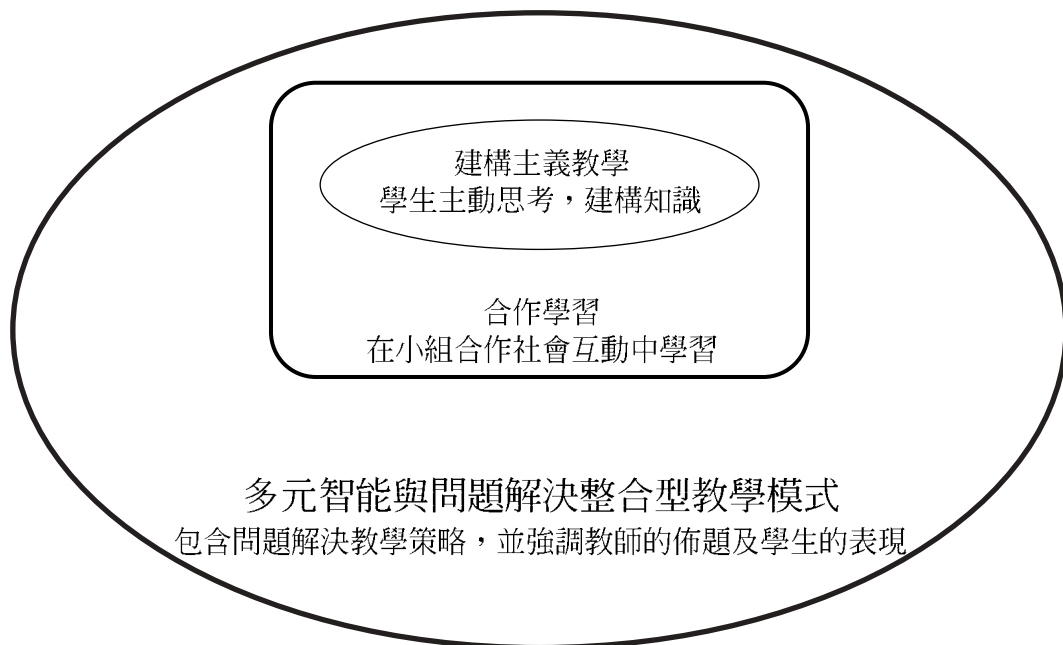


圖4 建構主義教學、合作學習及多元智能與問題解決整合型教學模式的關聯

圖4表示本教學模式涵括合作學習理念；而合作學習則以建構主義教學為核心。總之，本教學模式以建構主義教學為出發點，以學生為學習中心，強調學生在問題解決過程運用個人多元智能與同儕合作，共同討論出解題成果並透過擅長的智能表現出來。這就是本教學模式最大的特色。

方 法

一、研究架構

本研究架構如下：

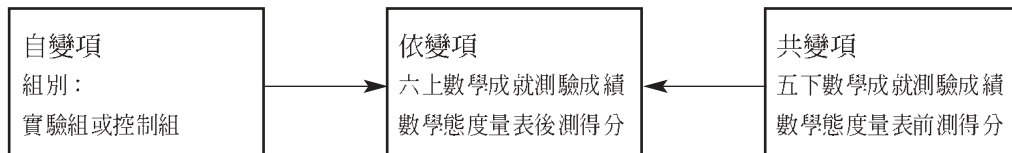


圖5 研究架構

本研究以五下數學成就測驗成績及數學態度量表前測得分為共變項，組別為自變項，六上數學成就測驗成績及數學態度量表後測得分為依變項，進行研究。

二、實驗設計

本研究採不相等控制組準實驗設計：

表1 不相等控制組設計

組別	前測	處理	後測
實驗組	Y1	X	Y3
控制組	Y2	—	Y4

X：表示實驗組接受實驗教學。控制組未予介入。

Y1、Y2：學生在六上學期初接受的數學態度量表前測及五下數學科成就測驗等成績。

Y3、Y4：學生在六上學期末接受的數學態度量表後測及六上數學科成就測驗等成績。

三、研究對象

含實驗組及控制組各一班。因實驗組所在學校六年級僅有八班，為避免強亨利效應及實驗處理擴散等可能影響實驗效度的因素，另從他校選擇控制組。兩組師生皆不告知另有對照組。

(一) 實驗組

1. 學校：

位北市大安區，88學年度全校普通班共63班，屬市區中型學校。

2. 教師：

女性，學士後進修教育學分，取得師資後即在校服務；具五年教學經驗，現任國小六年級數學教師。該師於87學年度上學期參加多元思考教學策略工作坊研習活動後，對多元智能的教學應用產生興趣；經聯繫，自願參與本研究。

3. 學生：

以該師之導師班學生為實驗組，以常態編班組成，學生32位，男17位，女15位。

(二) 控制組

1. 學校：

位北縣中和市，88 學年度全校普通班共124 班，屬市區大型學校。

2. 教師：

女性，由教務處推薦，現任國小六年級數學教師。該師於學士後進修教育學分，取得師資後即在校任教，具十年教學經驗。經與該師聯絡、觀察教學法符合傳統教學模式後，即以該師之數學教學為研究對象。

3. 學生：

以該師之導師班學生為控制組，以常態編班組成，學生40 位，男19 位，女21 位。

四、研究工具

包括五下數學科成就測驗、六上數學科成就測驗、數學態度量表、個別放聲思考測驗卷、學生數學態度訪談大綱等五種：

(一)五下數學科成就測驗

研究者自編，六上學期初實驗教學前施測，作為排除兩組數學成就差異的共變項。題型分是非(6 題)、選擇(6 題)、填充(4 題)、計算(4 題)、應用(6 題)等計30 題，滿分100 分，以國編版國小數學課本第十冊為範圍。題型選自課本及習作，以符合教學內容。本測驗委請國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、北縣國民教育輔導團數學科輔導員兼國小高年級數學教師林嬌嬌老師等三位國小數學教材專家依雙向細目表檢核試題，建立內容效度。另從實驗組學校抽取一班、控制組學校抽取二班共113 人進行預試，作信、效度分析，如表2。

表2 自編五下數學科成就測驗信、效度一覽表 (n=113)

α 係數	折半信度	效標關聯效度		
		數學科學期成績	國語科學期成績	數學態度量表
.76	.75	.78*	.59*	.55*

* $p < .01$

(二)六上數學科成就測驗

研究者自編，六上學期末施測，以比較兩組學生之學習成就。試題分是非(5 題)、選擇(5 題)、填充(4 題)、計算(4 題)、應用(5 題)等題型共32 題，滿分100 分。以國編版國小數學課本第十一冊為範圍。題型選自課本及習作，以符合教學內容。本測驗仍委請前述三位國小數學教材專家依雙向細目表檢核試題，建立內容效度。另從實驗組學校抽取二班、控制組學校抽取一班共102 人進行預試，作信、效度分析，如表3。

表3 自編六上數學科成就測驗信、效度一覽表 (n=102)

α 係數	折半信度	效標關聯效度		
		數學科學期成績	國語科學期成績	數學態度量表
.80	.72	.71*	.58*	.32*

* $p < .01$

(三)數學態度量表

採用吳元良(民85)自編之數學態度量表。全量表分成六個分量表：

(1)學習數學信心(第1~11 題)。

- (2)數學有用性(第12~20題)。
- (3)數學探究動機(第21~29題)。
- (4)對數學成功態度(第30~36題)。
- (5)重要他人數學態度(第37~48題)。
- (6)數學焦慮(第49~55題)。

此量表以Likert式五點量表為評定法,共55題;得分越高表示數學態度越正向。信度方面,此量表十天再測信度為.79。內部一致性信度方面,全量表為.94,各分量表依序為.84、.75、.85、.78、.84、.87。效度方面,以最大變異法作正交轉軸進行因素分析,建立建構效度;六個分量表可解釋總變異的49%(吳元良,民85)。

四個別放聲思考測驗卷

研究者自編,用於學生個別放聲思考解題,以探討兩組學生解題歷程之差異。共五題,第一題為練習題不記分。正式題第一、二、三題為課內題,選自數學課本第十一冊單元四(分數的除法)、單元十(比和比值)、單元九(怎樣解題三)課本習題修改而成,第四題為課外題,選自國科會專題研究「國小數學創造力與問題解決能力之研究—子計畫二:學習評量之研究」期中報告(林清山,民88)之國小六上評量活動基礎題第四題。放聲思考時間不限,由學生筆算同時說出解題想法,訪談者不提示解題,僅引導學生口述及澄清反應。

五學生數學態度訪談大綱

研究者自編,用於學生數學態度訪談。為了解兩組學生數學態度的差異,研究者根據研究目的及實驗教學模式,擬定訪談大綱初稿,並與非研究班級學生二位試談、修正後始定稿。

四、實施程序

(一)試探性教學

研究開始前,實驗組教師先以六上數學單元一進行本實驗教學模式的試探性教學,研究者課堂觀察,並與教師在課後討論以做為修正實驗教學的依據。

(二)實施前測

在研究進行前對兩組學生實施數學態度量表前測與五下數學科成就測驗,做為後測成績比較的共變項。

(三)正式教學

從六上數學單元二開始,實驗組教師正式依本教學模式進行六上一個學期的實驗教學。控制組教師則依原有教學模式進行教學,研究者未介入,只進行課堂觀察,其教學模式主要如下:1.教師說明題意>2.教師示範解題>3.學生個別練習解題>4.師生共同檢討解題結果>5.測驗學習成果。本文將此模式稱為傳統教學模式。

四實施後測

六上學期末對兩組學生進行數學態度量表後測及六上數學科成就測驗,以了解實驗教學效果。

五進行個別放聲思考測驗

期末考結束後依學生在六上數學科成就測驗上的表現,挑選兩組數學高、中、低程度的學生各一位,進行個別放聲思考測驗,以了解兩組學生解題歷程的特點。

六進行學生數學態度訪談

六上學期結束前依學生在數學態度量表後測上的表現,挑選兩組數學態度高、低傾向的學生各一位進行態度訪談,以了解兩組學生數學態度的特點。

七資料分析

包含量化與質性資料的分析。

結 果

一、對學習成就的影響分析

表4 為兩組學生兩次成就測驗的成績分配表：

表4 兩組學生兩次成就測驗成績之次數分配表

成績分配區間	實驗組(n=32)		控制組(n=40)	
	五下成就測驗	六上成就測驗	五下成就測驗	六上成就測驗
2 ~10	0	0	0	0
11 ~20	1	0	0	0
21 ~30	0	0	0	0
31 ~40	0	0	0	2
41 ~50	0	0	2	2
51 ~60	0	0	2	2
61 ~70	5	2	4	3
71 ~80	11	8	8	10
81 ~90	6	8	7	11
91 ~100	9	14	17	10

分析時以組別為自變項，五下數學科成就測驗成績為共變項，六上數學科成就測驗成績為依變項，進行單因子共變數分析， $\alpha = .05$ 。表5 為兩次測驗成績平均數、標準差及調整後平均數。

表5 兩組兩次成就測驗成績之平均數、標準差及調整後平均數

	n	五下測驗成績		六上測驗成績		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	80.16	15.75	86.53	9.86	87.00
控制組	40	81.78	15.20	78.10	16.75	77.63

共變數分析前進行共斜率不為零的考驗： $B = .58$ ， $\beta = .61$ ， $t = 6.80$ ， $p < .05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。迴歸係數同質性檢定： $F = 11.20$ ， $p < .05$ ，表示兩組間的迴歸係數不同質，存在顯著差異。組內迴歸係數同質性檢定摘要表見表6。

表6 組內迴歸係數同質性檢定摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
迴歸係數同質	1181.46	1	1181.46	11.20*
Error(W+R)	7174.05	68	105.5	
全體	8355.51	69		

* $p < .05$

可知兩組的組內迴歸線斜率不相同，表示兩次成就測驗成績間存在交互作用。接著進行詹森－內曼法 (Johnson-Neyman method) 以找出交互作用差異顯著區。結果為： $X_0=98.57$ ， $X_0=127.02$ 或 89.20，表示兩組的迴歸線交點在五下成就測驗成績 98.57 分、差異顯著點在 89.20 分之處。圖 6 顯示兩組的組內迴歸線交點與差異顯著點。

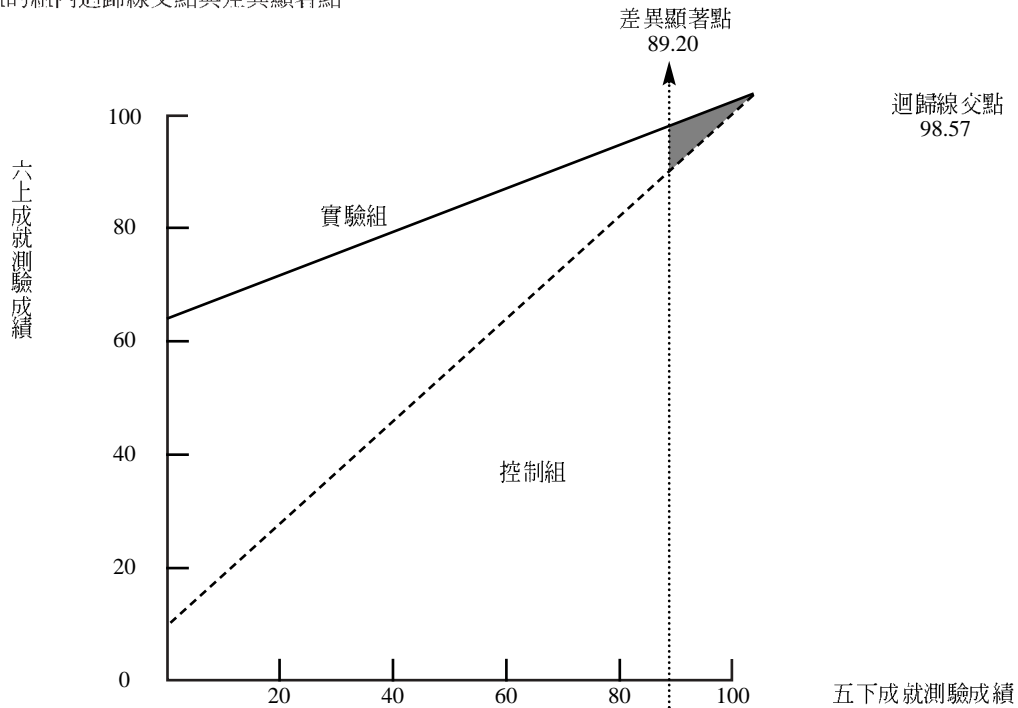


圖 6 兩組的組內迴歸線交點與差異顯著點

圖 6 差異顯著點右方，表示五下成就測驗成績高於 89.20 分時，兩組的六上成就測驗成績無差異；差異顯著點左方，表示當五下成就測驗成績低於 89.20 分時，實驗組的六上成就測驗成績顯著高於控制組。此結果表示：實驗教學模式對於五下成就測驗成績高於 89 分的學生而言，提升數學學習成就的效果不顯著，但對於成績低於 89 分的學生而言，就具有顯著提升數學學習成就的效果。

二、放聲思考解題歷程分析

放聲思考的分析結果，可發現兩組學生在：課內題、課外題、圖示表徵及解題正確數等四方面表現存在差異。

(一) 課內題的分析結果

1. 控制組

- (1) 不易將題目敘述用正確算式表達
- (2) 較缺乏解題監控能力
- (3) 口語表達能力較差，不易清楚說明自己的想法
- (4) 對表達的態度較被動
- (5) 較無驗算習慣

2. 實驗組

- (1) 口語表達能力較佳

- (2) 能主動說明自己的想法
- (3) 能主動提出疑問
- (4) 具有較佳的解題監控能力
- (5) 對驗算的態度較積極

(二)課外題的分析結果

1. 控制組

- (1) 高成就生能試著尋找規律，但未能將規律類推
- (2) 中、低成就生較缺乏明確的解題目標
- (3) 低成就生未考量數字間是否存在關聯性

2. 實驗組

- (1) 高成就生能從尋找數字規律來解題，且能將數字間關係以圖示表現
- (2) 中、低成就生能試著找出數字間的規律
- (3) 高、低成就生能將規律應用到其它數字上，進而增加題目完整性

(三)圖示表徵的差異

- 1. 實驗組中、高成就生較能運用數線幫助解題
- 2. 實驗組低成就生未能以圖示幫助解題
- 3. 控制組低成就生常以列表法表徵題意

(四)解題正確數

六位受試者的解題圖示、列式及解答的正確數整理如表7：

表7 兩組受試者放聲思考解題正確數統計表

		課內題一			課內題二			課內題三			總計	課外題	
		圖示	列式	解答	圖示	列式	解答	圖示	列式	解答		圖示	正確率
控 制 組	H	×	×	×	×	○	○	×	○	○	○ : 12	?	$\frac{18}{24}$
	M	×	×	×	○	○	○	×	×	×	× : 15	?	0
	L	×	×	×	×	○	○	○	○	○	? : 0	?	$\frac{6}{24}$
實 驗 組	H	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○ : 17	○	$\frac{24}{24}$
	M	×	○	○	○	○	○	○	×	×	× : 7	?	$\frac{12}{24}$
	L	?	×	×	?	○	○	?	○	○	? : 3	?	$\frac{12}{24}$

×：錯誤 ○：正確 ?：未作答 $\frac{n}{24}$ ：24 個答案裏答對n個

統計受試者的解題正確數（○個數）可看出：

- (1) 課內題方面，實驗組正確數（17）高於控制組（12）。
 - (2) 課內題二和三的列式及解答方面，兩組學生的正確數相同；但在圖示上的正確數則實驗組（4）較控制組（2）為多。
 - (3) 課外題方面，實驗組正確個數（ $\frac{24}{24} + \frac{12}{24} + \frac{12}{24}$ ）高於控制組（ $\frac{18}{24} + 0 + \frac{6}{24}$ ）。
 - (4) 學生能力方面，實驗組中、高成就生的圖示正確個數（5）高於控制組中、高成就生（1）。
 - (5) 圖示方面，實驗組正確的圖示個數（6）高於控制組（2）；課外題則只有實驗組產生圖示。
- 綜上可知：兩組學生在算出課內題正確解答的表現差異不大；但實驗組學生在課外題正確率上的

表現較控制組學生為佳；而實驗組中、高成就生在圖示正確數的表現亦較控制組中、高成就生為佳。

三、對數學態度的影響

(一)兩組學生在數學態度量表總分的差異

表8 為兩組學生態度量表前、後測總分的次數分配表。

表8 兩組學生在數學態度量表前、後測總分之次數分配表

分配區間	實驗組(n=32)		控制組(n=40)	
	前測	後測	前測	後測
141-150	1	0	0	0
151-160	1	0	1	1
161-170	1	0	1	2
171-180	0	0	4	3
181-190	3	5	1	8
191-200	3	4	5	6
201-210	5	3	12	3
211-220	4	1	3	5
221-230	5	6	6	3
231-240	4	4	2	3
241-250	3	5	4	2
251-260	1	3	0	2
261-270	1	0	1	2
271-280	0	1	0	0

分析時以組別為自變項，數學態度量表前測總分為共變項，數學態度量表後測總分為依變項，進行單因子共變數分析。表9 為兩組學生的兩次態度量表總分平均數、標準差及調整後平均數。

表9 兩組學生在態度前、後測總分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	213.66	28.37	221.03	25.99	219.61
控制組	40	209.98	24.11	206.80	28.44	208.22

共斜率不為零考驗： $B=.77$ ， $\beta=.71$ ， $t=9.04$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=.05$ ， $p>.05$ ，表示兩組總分的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質假定，進行共變數分析。結果： $F=6.58$ ， $p<.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在後測總分存在顯著差異，實驗組得分高於控制組。下表為單因子共變數分析摘要表。

表10 數學態度量表後測總分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	2292.90	1	2292.90	6.58*
組內	24030.94	69	348.27	
全體	26323.84	70		

* $p < .05$

(二)兩組學生在學習數學信心分量表得分差異

分析時以組別為自變項，學習數學信心分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差及調整後平均數。

表11 兩組學生在學習數學信心分量表前、後測得分之平均數、標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	44.34	6.31	45.47	5.59	44.56
控制組	40	41.43	7.26	40.40	8.00	41.31

共斜率不為零的考驗： $B = .62$ ， $\beta = .59$ ， $t = 6.38$ ， $p < .05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。迴歸係數同質性檢定： $F = .30$ ， $p > .05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質的假定，進行共變數分析。結果： $F = 5.68$ ， $p < .05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表的後測得分存在顯著差異，實驗組得分高於控制組。下表為單因子共變數分析摘要表。

表12 學習數學信心分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	179.02	1	179.02	5.68*
組內	2176.59	69	31.54	
全體	2355.61	70		

* $p < .05$

(三)兩組學生在數學有用性分量表得分差異

分析時以組別為自變項，數學有用性分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差及調整後平均數。

表13 兩組學生在數學有用性分量表前、後測得分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	37.28	4.83	38.16	4.95	37.78
控制組	40	35.85	4.45	36.05	5.62	36.43

共斜率不為零的考驗： $B=.52$ ， $\beta=.45$ ， $t=4.24$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=3.85$ ， $p>.05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質假定，進行共變數分析。結果： $F=1.39$ ， $p>.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表的後測得分無顯著差異。下表為單因子共變數分析摘要表。

表14 數學有用性分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	31.91	1	31.91	1.39 ^{ns}
組內	1579.25	69	22.89	
全體	1611.16	70		

四兩組學生在數學探究動機分量表得分差異

分析時以組別為自變項，數學探究動機分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差及調整後平均數。

表15 兩組學生在數學探究動機分量表前、後測得分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	31.25	7.63	32.31	6.47	32.25
控制組	40	31.93	7.26	30.18	7.47	29.94

共斜率不為零的考驗： $B=.71$ ， $\beta=.74$ ， $t=9.23$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=.17$ ， $p>.05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質的假定，進行共變數分析。結果： $F=5.38$ ， $p<.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表的後測得分存在顯著差異，實驗組得分高於控制組。下表為單因子共變數分析摘要表。

表16 數學探究動機分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	121.19	1	121.19	5.38*
組內	1554.50	69	22.53	
全體	1675.69	70		

* $p<.05$

五兩組學生在對數學成功態度分量表得分差異

分析時以組別為自變項，對數學成功態度分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差及調整後平均數。

表17 兩組學生在對數學成功態度分量表
前、後測得分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	27.78	4.30	28.41	5.00	28.81
控制組	40	29.15	3.84	28.83	3.57	28.43

共斜率不為零的考驗： $B=.58$ ， $\beta=.56$ ， $t=5.56$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=3.16$ ， $p>.05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質假定，進行共變數分析。結果： $F=.20$ ， $p>.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表後測得分無顯著差異。下表為單因子共變數分析摘要表。

表18 對數學成功態度分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	2.52	1	2.52	.20 ^{n.s.}
組內	878.45	69	12.73	
全體	880.97	70		

六兩組學生在重要他人數學態度分量表得分差異

分析時以組別為自變項，重要他人數學態度分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差與調整後平均數。

表19 兩組學生在重要他人數學態度分量表
前、後測得分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	50.09	7.45	50.25	7.77	49.68
控制組	40	48.15	5.86	48.58	7.03	49.15

共斜率不為零的考驗： $B=.59$ ， $\beta=.53$ ， $t=5.17$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=.06$ ， $p>.05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質的假定，進行共變數分析。結果： $F=.12$ ， $p>.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表的後測得分無顯著差異。下表為單因子共變數分析摘要表。

表20 重要他人數學態度分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	4.90	1	4.90	.12 ^{n.s.}
組內	2736.29	69	39.66	
全體	2741.19	70		

(七)兩組學生在數學焦慮分量表得分差異

分析時以組別為自變項，數學焦慮分量表前測得分為共變項，後測得分為依變項，進行單因子共變數分析。下表為兩組學生在此分量表的前後測得分平均數、標準差與調整後平均數。

表21 兩組學生在數學焦慮分量表
前、後測得分之平均數與標準差及調整後平均數

	n	前測		後測		Adj. M
		M	SD	M	SD	
實驗組	32	25.88	5.44	25.72	5.51	24.63
控制組	40	23.48	5.09	22.78	7.18	23.86

共斜率不為零的考驗： $B=.91$ ， $\beta=.73$ ， $t=8.93$ ， $p<.05$ ，表示共變項顯著影響依變項，須排除。而迴歸係數同質性檢定： $F=1.32$ ， $p>.05$ ，表示兩組得分間的迴歸係數可視為相同，符合組內迴歸係數同質假定，進行共變數分析。結果： $F=.50$ ， $p>.05$ ，表示經過實驗處理後，兩組學生在此分量表的後測得分無顯著差異。下表為單因子共變數分析摘要表。

表22 數學焦慮分量表後測得分之單因子共變數分析摘要表

變異來源	SS'	df	MS'	F
組間	9.99	1	9.99	.50 ^{n.s.}
組內	1369.58	69	19.85	
全體	1379.57	70		

(七)總結

經一學期實驗教學後，實驗組學生在數學態度量表、學習數學信心分量表、數學探究動機分量表等三方面得分顯著高於控制組。表示：實驗教學能顯著提升國小學生整體的數學態度、學習數學的信心及探究數學的動機。

四、數學態度訪談內容分析

實驗教學結束後，研究者根據兩組學生在數學態度量表後測得分情形，選取各組得分位於班級平均數之上及之下一個標準差的學生各一名，代表兩組數學態度高、低傾向的學生，進行訪談。結果綜合如下：

(一)傳統教學的特色

1. 教學法方面

- (1) 課程告一段落會安排總複習
- (2) 課堂上能鼓勵同學提出問題
- (3) 學生答對問題有獎勵制度
- (4) 講解清楚

2. 對學生的影響方面

- (1) 容易將數學與計算、對錯相聯結
- (2) 較強調數學問題的用途、算式
- (3) 教師講課清楚是學生喜歡學習的主因

3. 學生對傳統教學的觀點

- (1) 強調計算
- (2) 背公式
- (3) 以講解為主要教學活動

(二) 實驗教學的特色

1. 教學法方面

- (1) 常進行小組討論
- (2) 常提供學生思考的機會
- (3) 課餘能耐心講解學生有疑問處

2. 對學生的影響方面

- (1) 容易將數學與生活應用相聯結
- (2) 較強調人際智能，與同儕合作進行解題
- (3) 能引發較多與數學有關的想法

3. 學生對實驗教學的觀點

- (1) 有機會了解他人的想法
- (2) 能表達自己的看法
- (3) 可以增進友情
- (4) 能以小組討論的方式學習

討 論

一、實驗教學對學生學習成就的影響

由圖 6 可知，兩組學生其五下成就測驗成績達 89.20 分以上者，在六上成就測驗成績上無顯著差異；成績在 89.20 分以下者，實驗組的六上成就測驗成績顯著高於控制組。此意謂：本實驗教學對五下成就測驗成績低於 89 分的國小學生能顯著提升其學習成就。邱昱昇（民 88）、李雯婷（民 87）、Wade（1994）等亦發現小組討論式教學對低成就生幫助較大。可能原因如下：

(一) 上限效應導致實驗組高成就生進步不顯著

本研究實驗組及控制組的五下成就測驗平均成績為 80.16、81.78，成績在 89 分以上者各為 9 人、18 人，佔兩組人數 28%、45%，這些學生可說是兩組高成就生的代表，具備相當的數學能力，兩群學生差異不大；所以實驗組高成就生受到成績上限的限制，無法表現進步程度。

(二) 同儕支持使得實驗組低成就生獲得學習機會

Brush（1997）認為在異質小組中，成員角色清楚，高成就成員不但能指導其他成員了解學習概念，更能促進成員專注於小組目標。此種同儕互動使得低成就生在小組中能從同儕獲得模仿的對象，得以再次學習。

(三) 低成就生獲得較多的表現機會

多元智能論鼓勵學生以各種方式展現所學（郭俊賢、陳淑惠譯，民 88）；在實驗教學中，教師輪流指定學生發表討論結果；而在小組內，成員皆負有特定責任，有機會運用擅長能力來表現，因此低成就生獲得較傳統教學中為多的表現機會，付出較多注意力於學習過程，因而提高學習成就。

(四) 實驗教學幫助低成就生學習欠缺的解題策略

低成就生的解題能力較不佳，而實驗教學的問題解決策略正好彌補這些學生解題能力不足的部

份，並提供學生在小組中討論、說明、觀摩同儕運用解題策略的機會，故而表現出明顯的學習進步情形。

二、實驗教學對學生解題歷程的影響

以下從課內題的分析結果、課外題的分析結果、圖示表徵的差異、解題正確數等四方面來討論。

(一)課內題的分析結果

將兩組學生課內題的解題歷程分析結果再次歸類，可簡化成圖7：

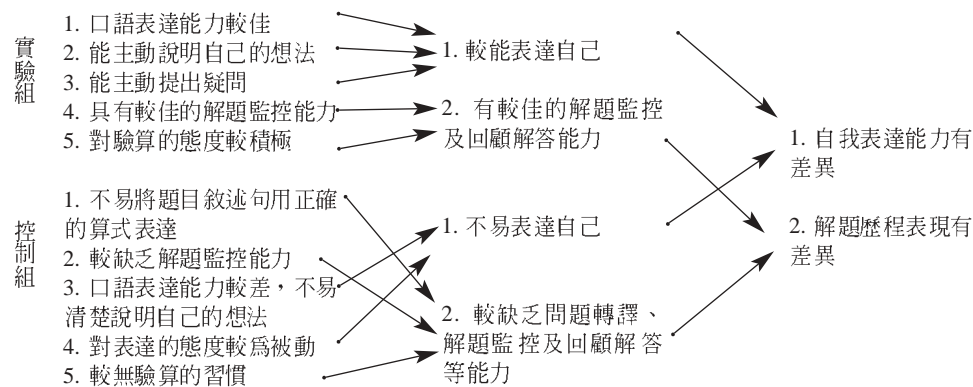


圖7 兩組學生的課內題解題歷程分析結果簡化圖

由圖7可知，兩組學生的課內題解題歷程分析結果可簡化成自我表達能力有差異及解題表現有差異等兩向度。以下從這兩向度討論。

1. 自我表達能力有差異

放聲思考時，受試者須說出腦海中的解題步驟，以引出解題的複雜心理歷程，因此受試者自我表達能力深深影響放聲思考的產出。研究發現在小組討論式教學裏，實驗組學生比傳統教學組自我表達的頻率更高，在對話中運用較多詞彙 (Shachar & Sharan, 1994)。在實驗教學中，小組同儕的對話，討論結果的說明等，皆提供實驗組學生大量對話與表達的機會，因此實驗組學生習於運用語言表達自己的概念，其語文智能發展環境較豐富，故在解題歷程中較能表達自己的想法。

2. 解題歷程表現有差異

由圖7可知，實驗組學生的解題歷程具有較佳的監控及回顧解答等能力。郭美如 (民87)、Hauff & Fogarty (1996) 發現高解題能力者在解題歷程中出現較多的監控行為。在本研究中，學生經由討論解題，將問題解決策略融入學習裏；在解題過程中，學生運用擅長的能力來分擔小組任務，在解題中表現自己。經由多管道的訊息輸入及輸出，學生逐漸形成問題解決基模；而經常練習使得解題策略之程序性知識得以自動化，因而較能正確表現或思考 (岳修平譯，民87)，故在解題歷程上有較佳的表現。

(二)課外題的分析結果

將兩組學生課外題解題歷程分析結果再次歸類，可簡化成圖8：

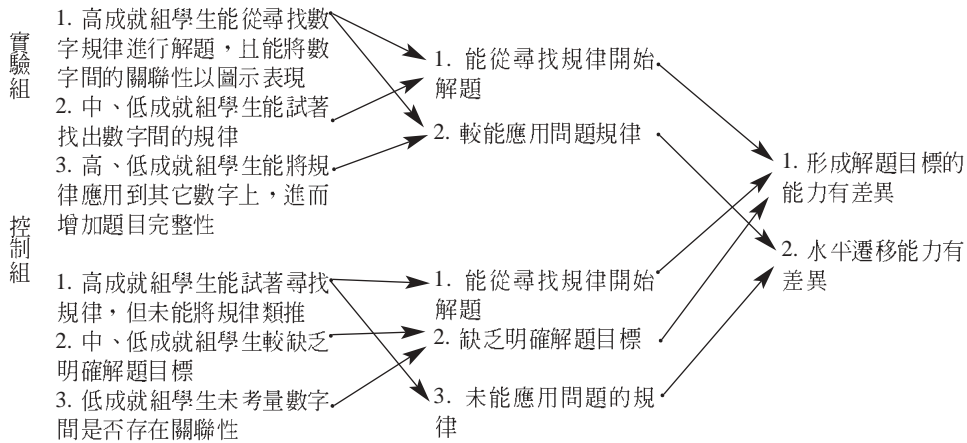


圖8 兩組學生的課外題解題歷程分析結果簡化圖

由圖8可知，兩組學生課外題解題歷程分析結果可簡化成形成解題目標的能力有差異及水平遷移能力有差異等兩向度。以下從這兩向度來討論：

1. 形成解題目標的能力有差異

解題時，搜尋解題策略的方法中，最有力的就是手段-目標分析 (means-ends analysis)，亦即個人要先決定目標，再由記憶中提取可達成目標的方法 (岳修平譯，民87)。此方法所以有效率，乃因限定了搜尋解題策略的範圍；如果解題者無解題目標，未限制搜尋範圍，則解題策略將無法快速產生。Sebrechts, Enright, & Bennett (1996) 發現數學高成就生在解題歷程中出現的無組織解題策略，次數少於低成就生。本研究控制組中、低成就生的解題能力較不足，解課外題時不易先從找出解題目標著手，無明確解題策略，因而無法以有組織的方式尋找答案；實驗組中、低成就生則因實驗教學強化了解題策略的應用能力，故雖然也未完全答對課外題，但解題歷程的表現較佳，能以規律的方式尋找解答。

2. 水平遷移能力有差異

Bottge (1999)、Verschaffel 與 De Corte (1997) 發現合作解題教學有助提高學生解題的遷移表現。此外，欲使學生在解題情境中活化相關解題知識，即須讓學生在解題情境中習得該知識 (岳修平譯，民87)。實驗教學使得實驗組學生習於在解題情境中學數學，相關解題知識已與情境相聯結，因而在面對課外題時表現較佳的遷移能力。

(三) 圖示表徵的差異

圖示是重要的解題策略之一；面對抽象問題，畫出圖形常有助於解題 (黃敏晃，民76)。在實驗教學中，小組討論解題後須向全班說明討論結果；此發表歷程常會出現質疑、澄清等行爲 (柯登淵，民85)。為能清楚說明討論結果，實驗組學生在列出算式後，須以圖示、列表等方式來補充說明。研究發現以小組解題學習數學者在解題時較能畫出清楚的圖示 (Shaw, Chambless, Chessin, Price & Beardain, 1997)。實驗組學生常以圖示輔助說明，故能有較佳的圖示表現。

(四) 解題正確數

蔡明雄 (民88)、郭美如 (民87)、Terry & Patricia (1997) 等人也發現應用小組解題學習數學者具有較佳的解題表現。綜合前述討論可歸納出：實驗組學生具有較多的問題解決及圖示概念的經驗，培養出較佳的解題能力，因而產生了較高的解題及圖示正確數。

三、實驗教學對學生數學態度的影響

以下分別就兩組學生的態度量表得分及訪談結果進行討論。

(一)實驗教學對學生數學態度量表得分的影響

從表9至表22可知實驗組在態度量表總分、學習數學信心分量表、數學探究動機分量表等三方面得分顯著高於控制組。此意謂：

1. 在整體數學態度上，實驗教學有顯著的提升效果。
2. 在數學態度各因素上，實驗教學能顯著提升學生的學習信心及探究動機。

上述結果與施青豐(民88)、蔡淑桂(民87)等結果相同；運用問題解決教學能顯著提高受試者的學科態度；Mettetal, Jordan, & Harper (1997)亦發現師生及家長對於多元智能課程均有正向態度。而蔡淑桂(民87)、Wade (1994)發現小組解題教學能提升學生的數學自信；Burhorn 等人(1999)發現多元智能教學策略可有效提升學生的學習動機，皆與本結果相符。在實驗中，教師提供問題鼓勵學生思考；小組解題時分配任務，賦予學生責任感；小組發表時，達成任務增進學生成就感；各組討論結果的不同，激發學生探究動機；同儕提出質疑，促使學生再次思考。實驗教學導引學生不同階段的參與，提供不同來源的回饋，因而提升了學生的數學態度、自信和動機。

(二)學生數學態度訪談內容分析結果

以下從教學法、對學生的影響、學生的觀點等三向度來討論。

1.教學法方面

將兩組學生的態度訪談結果在教學法方面特點再歸類，可簡化成圖9：

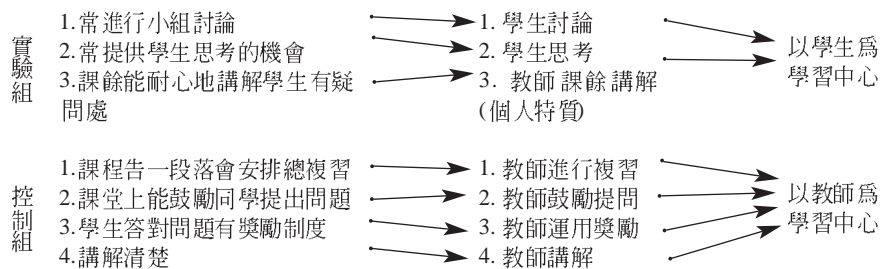


圖9 兩組學生態度訪談分析結果在教學法方面特點簡化圖

圖9可知，兩組學生的態度訪談結果有關教學法的特點，可簡化成以學生為學習中心、以教師為學習中心兩向度。Artzt (1983)、Lord (1999)皆發現以學生為主的小組討論教學能顯著提升學生的學科態度；盛文鶯(民74)發現學生對學生中心教學法的態度顯著高於教師中心教學法。本實驗教學活動多以學生為主體，由學生討論解題、發表及面對質疑，大量運用學生的人際智能；所以在學生對實驗教學的觀點中，實驗組學生知覺到的特點均屬同儕的互動，如了解他人想法、增進友情、以小組討論方式學習等，表示在實驗教學中，同儕影響力比傳統教學為高。

2.對學生的影響方面及學生的觀點

兩組學生的訪談結果中，對學生的影響及學生的觀點等兩向度之內容有所重疊，故合併簡化成下圖：

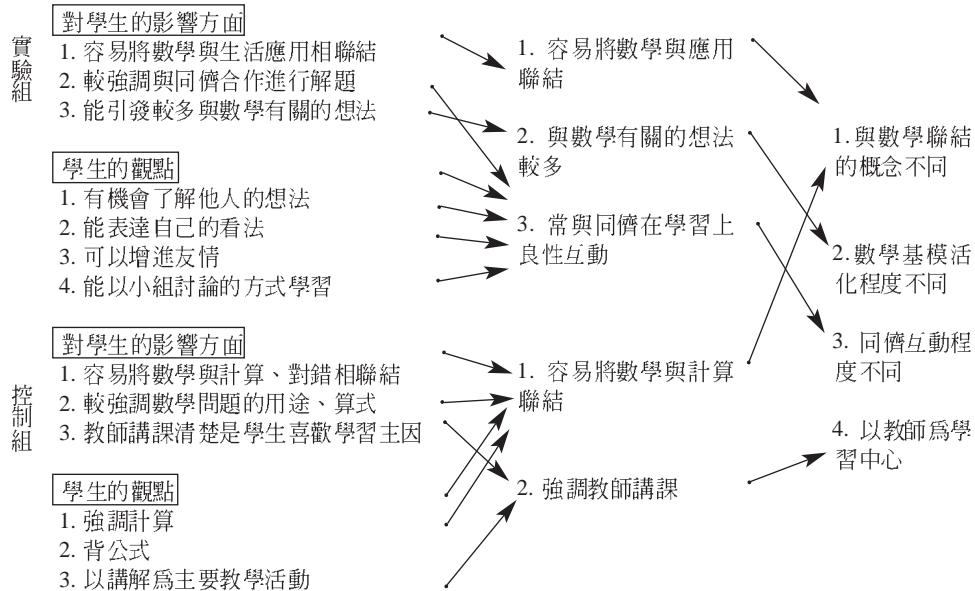


圖 10 兩組學生態度訪談分析結果在對學生的影響及學生的觀點兩方面特點簡化圖

由上圖可知，兩組學生的態度訪談分析結果關於對學生的影響及學生的觀點兩方面的特點，可合併簡化成與數學聯結的概念不同、數學基模活化程度不同、同儕互動程度不同及控制組以教師為學習中心等四點。其中以教師為學習中心在圖9已列入討論，本處不再敘。

1. 與數學聯結的概念不同

學生討論數學時，將有機會運用日常辭彙來表達概念，此種語言經驗有助學生將真實世界的數學與學校數學相聯結 (Curcio, 1990)。本實驗教學以小組討論提供學生解題機會，學生須應用先備知識來思考問題；抽象的知識有了實際意義，不只是在紙筆練習時才運用的原理原則。所以實驗組與控制組學生的認知結構中與數學聯結的概念有所不同，正反映了兩組學生不同的學習經驗。

2. 數學基模活化程度不同

基模的活化 (active) 指個人的知識網路中各知識單位的聯結成為活潑的狀態，自由聯想即是我們最熟悉的活化作用散佈的歷程 (岳修平譯，民87)。本研究乃是以學生態度訪談大綱「看到數學兩個字，你會聯想到什麼」及「你覺得學數學有什麼好處」等兩問題引發的自由聯想答案數作為基模活化程度的比較基準。兩組學生答案整理如下表：

表23 兩組學生自由聯想的答案整理

	問題一：數學兩字的聯想	問題九：數學的好處	總計
實驗組	高態度生 1.數學課本；2.加減乘除；3.面積算法； 4.體積算法；5.不規則面積算法；6.方程式；7.圓周率；8.百分率；9.買東西算錢；10.做作業	1.對國中以後課程有很大的幫助；2.買東西就會算了，不容易被騙；3.生活上要用到數學；4.可以做某些事情比別人快	14
	低態度生 1.算題目；2.考試	1.日常生活中，都會討論到數學問題； 2.日常生活中不會數學的話就會很丟臉	4
控制組	高態度生 1.很好玩；2.不用去背，只要知道怎麼算就好了	1.上班的時候要算錢；2.買衣服有一個價錢，有打八折還要會算	4
	低態度生 1.很可怕的惡魔	1.在日常生活中用得到	2

由上表可看出實驗組高態度生引發的答案最多，共14個；控制組低態度生的答案最少，僅2個；而實驗組低態度生、控制組高態度生，答案數同為4個。綜合來說，本實驗教學中，學生經由討論解題、陳述想法、質疑辯證、修正個人想法、觀摩他組解法、教師歸納等過程，不斷活化個人相關基模，因而具有較活潑的基模活化路徑，產生較佳的自由聯想表現。

3.同儕互動程度不同

在實驗教學中，學生得合作解題，使得學生須向同儕解釋自己的想法、理解同儕的想法、協調以達成共識等；學生在溝通出共同意見時，得將個人的概念重新建構，並與其它不同的解題策略整合在一起。此種學習互動往往只存在合作解題歷程中，不易發生在傳統教學情境裏 (Yackel, Cobb, Wood, Wheatley, & Merkel, 1990)；研究也發現學生在小組中比全班式的教學情境更易提出問題 (Artzt, 1983)。可以說，本實驗組學生的學習包含許多來自同儕的刺激，人際智能處於活絡狀態；控制組學生的學習則多為教師講解與個人練習，與同儕討論的機會較少，因而未如實驗組較強調同儕互動。

四、綜合討論

總之，本實驗教學使得實驗組學生經常練習、討論解題策略，其解題歷程較控制組學生熟練，因而在成就測驗上獲得較高成績；而實驗組中、低成就距離成績上限的空間較大，所以學習成就的提升較實驗組高成就生來得顯著。而當學生知覺到自己為教學活動主角，有機會表現自己、與同儕交流學習心得、並將習得的知識實際運用在解題情境時，這種學習遠較單純聽講來得具體，且更能與實際情境聯結，因而較能引導學生產生正向的學習態度。

結 論

一、結論

本研究探討多元智能與問題解決整合型教學模式對國小學生數學學習表現的影響。研究者融合多元智能論及問題解決教學建構整合型教學模式，以兩班國小六年級學生為研究對象，實驗組32人，控制組40人。實驗組實施本教學模式，控制組由該班教師進行原傳統教學。兩組學生以學期初施測的五下數學科成就測驗及數學態度量表為前測，經一學期實驗教學後，以期末施測的六上數學科成就測驗及數學態度量表為後測，進行統計考驗，並分析兩組學生的個別放聲思考測驗及態度訪談等內

容。結果如下：

(一)在數學學習成就方面

本實驗教學對五下數學科成就測驗成績低於89分的國小學生具有顯著提升學習成就的效果。

(二)在個別解題歷程方面

1. 實驗組學生在自我表達、解題歷程、形成解題目標、水平遷移、解題正確數等方面表現優於控制組。

2. 實驗組中、高成就生運用圖示表徵的表現優於控制組中、高成就生。

(三)在數學態度方面

1. 在數學態度量表上：實驗組的整體數學態度、學習數學信心及探究數學動機等三方面得分顯著高於控制組。

2. 在個別態度訪談上：

(1) 實驗組學生具有知覺到教師以學生為學習中心、易將數學概念與生活聯結、數學基模活化程度較廣、重視同儕互動等四項特點。

(2) 控制組學生具有知覺到教師以教師為學習中心、易將數學概念與計算聯結、數學基模活化程度較低等三項特點。

四、總結

綜合上述結果的結論如下：

1. 本實驗教學模式能顯著提升國小數學中、低成就生的學習成就。

2. 本實驗教學模式能提升國小學生的解題表現。

3. 本實驗教學模式能顯著提高國小學生的整體數學態度、學習數學信心及探究數學動機。

4. 本實驗教學模式對國小學生數學態度的影響有以下四點：

(1) 學生知覺教師的教學以學生為中心。

(2) 易將數學與生活相聯結。

(3) 數學基模活化程度較廣。

(4) 重視同儕互動。

二、建議

(一)教學上的建議

1. 讓學生了解自己的多元智能

教師進行本教學模式前，宜先教導學生認識其多元智能。學生認識自己具有的潛能，了解自己的能力範圍，所能運用的能力就相對增加，有助學生認識及表現自己。

2. 教導學生運用問題解決策略

欲教導學生學習問題解決策略，可引用Polya的四步驟解題策略。此策略較簡捷，有助國小學生學習及應用。學生能熟練運用，視為面對新問題的自然反應，則學生的問題解決能力必然有所增進，學習成效將更顯著。

3. 建立小組討論模式

教師在教學前宜先指導學生討論時的注意事項，如：尊重他人意見、傾聽他人發言、依序發言等。事先建立小組討論規則，小組討論能順利運作，將有助學生在討論時將注意力集中在解題過程上。

4. 將小組解題紀錄轉化成個人的數學寫作活動

當學生習於書面紀錄小組解題結果時，教師可要求學生以個人為單位，將解題過程做成個人札

記，甚至可增加個人的疑問、自創的解題法、擬題及心得等項目，以幫助學生內化課堂上小組解題的學習。

(二) 研究上的建議

1. 擴大研究樣本、課程、學科及實施時間

本研究以臺北地區國小六年級學生為對象。未來研究可將本教學模式應用於不同的地區、年級、學科等變項，以探討此教學模式的類推程度。

2. 分析教師的態度改變歷程

本研究以學生的學習表現為探究焦點。未來研究可探討教師的教學態度在此教學模式下是否有所改變、改變的歷程為何。

3. 分析教學歷程中的師生互動模式

教學歷程中的師生互動模式是教育研究的一大重點。未來研究可探討本實驗教學歷程中的師生互動模式與傳統教學或其它教學模式是否有所不同、師生互動是否受到教學模式的影響等議題。

參考文獻

- 王為國(民88)：九年一貫制課程與多元智慧理論。**國教輔導**，39卷2期，3-7頁。
- 王為國(民89)：國民小學應用多元智能理論的歷程分析與評估之研究。國立臺灣師大教育研究所博士論文。
- 田耐青(民88)：由多元智慧理論的觀點談教學評量——一些臺灣的實例。**教師天地**，99期，32-38頁。
- 朱則剛(民85)：建構主義知識論對教學與教學研究的意義。**教育研究**，49期，39-45頁。
- 李雯婷(民87)：國二數學科合作中配對教學法與傳統教學法在學習成效之比較研究。國立高雄師大數學教育研究所碩士論文。
- 吳元良(民85)：不同數學課程、性別、社經地位的國小學生在數學態度及成就上比較之研究。國立屏東師院國民教育研究所碩士論文。
- 吳德邦(民76)：解題導向的數學教學策略——閱讀問題部份。**臺中師院學報**，1期，90-224頁。
- 吳德邦(民77)：解題導向的數學教學策略。**國教輔導**，28卷2期，22-26頁。
- 吳德邦、廖瑞娟(民86)：國小數學科新課程之教學法。**國教輔導**，37卷1期，9-16頁。
- 林文生、鄔瑞香(民88)：數學教育的藝術與實務：另類教與學。臺北：心理。
- 林清山(民80)：教育心理學——認知取向。臺北：遠流。
- 林清山(民88)：國小數學創造力與問題解決能力之研究——子計畫二：學習評量之研究。國科會專題研究計畫期中報告。
- 岳修平(民87)：教學心理學——學習的認知基礎。臺北：遠流。
- 柯登淵(民85)：國小四年級新數學實驗課程師生數學解題討論與共識發展之觀察研究。國立屏東師院國民教育研究所碩士論文。
- 邱昱昇(民88)：從期望地位的觀點探討學生在科學小組討論中互動的平等性。國立臺灣師大科學教育研究所碩士論文。
- 邱連煌(民88)：啟發兒童的智能-多元智能理論在教學上的應用。載於國立臺灣師大特殊教育系主編：1999年資優教育研究學術研討會論文集，7-23頁。
- 洪蘭審訂、李平(民86)：經營多元智慧。臺北：遠流。
- 施青豐(民88)：認知解題策略教學對解題困難聽覺障礙學生解題成效之研究。國立臺灣師大特殊教育研究所碩士論文。

- 莊安祺譯(民87)：7種IQ。臺北：時報文化。
- 張清濱(民84)：問題中心的學習策略。研習資訊，12卷5期，1-5頁。
- 張景媛(民88)：多元思考教學策略工作坊對國小教師數學教學影響的評估暨教學督導對教師教學歷程轉變之影響。國科會專題研究計畫成果報告。
- 張稚美(民86)：第八種智慧與多元智慧教學。載於洪蘭審訂、李平譯：經營多元智慧，243-252頁。臺北：遠流。
- 教育部(民89)：國民中小學九年一貫課程(第一學習階段)暫行綱要。<http://teach.eje.edu.tw/data/第一階段綱要890419/default.htm> (visited 5/19/99)
- 盛文鶯(民74)：學生中心與教師中心教學法對國中健康教育營養課程教學效果的比較研究。國立臺灣師大衛生教育研究所碩士論文。
- 郭美如(民87)：後設認知的教學成效及其相關變數之分析—以小六及國小數學資優生為對象。國立臺灣師大科學教育研究所碩士論文。
- 郭俊賢、陳淑惠譯(民88)：多元智慧的教與學。臺北：遠流。
- 黃敏晃(民76)：如何解數學題—數學解題策略簡介。科學月刊，18卷7期，515-522頁。
- 蔡明雄(民88)：合作-建構整合教學模式對國小學童學習簡單幾何問題效果之研究。國立臺灣師大教育心理與輔導研究所碩士論文。
- 蔡淑桂(民87)：建構式數學教學模式對數學學習障礙兒童解題能力及數學信念之影響研究。國立臺灣師大特殊教育研究所博士論文。
- 鍾聖校(民79)：認知心理學。臺北：心理。
- Adams, D. M. & Hamm, M. E. (1990). *Cooperative learning: critical thinking and collaboration across the curriculum*. Illinois: Charles C Thomas . Publisher.
- Artzt, A. (1983). *The comparative effects of the student-team method of instruction and the traditional teacher-centered method of instruction upon student achievement, attitude, and social interaction in high school mathematics courses*. New York University. Ph.D. AAC 8406277.
- Blythe, T. & Gardner, H. (1990). A School for All Intelligences. *Educational Leadership*, 47(7), 33-37.
- Bottege, B. A. (1999). Effects of contextualized math instruction on problem solving of average and below-average. *Journal of Special Education*, 33(2), 81- 93.
- Brush, T. A. (1997). The effects of group composition on achievement and time on task for students completing ILS activities in cooperative pairs. *Journal of Research on Computing in Education*, 30(1), 2-.
- Burhorn, G. E., Harlow, B. A., Van Norman, J. F. (1999). *Improving Student Motivation through the Use of Multiple Intelligences*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 433098)
- Curcio, F. R. (1990). Mathematics as Communication: Using a Language-Experience Approach in the Elementary Grades. In Cooney, T. J. & Hirsch, C. R. (Eds.), *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*, 69-75. Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Gallagher, S. A., Sher, B. T., Stepien, W. J., & Workman, D. (1995). Implementing Problem-Based Learning in Science Classrooms. *School Science and Mathematics*, 95(3), 136-146.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: the theory of multiple intelligences*. London: Heinemann.
- Hauff, H. M., & Fogarty, G. J. (1996). Analysing problem solving behaviour of successful and unsuccessful statistics students. *Instructional Science*, 24, 397-409.
- Higgins, K. M. (1997). The effect of year-long instruction in mathematical problem solving on middle-school

- students' attitudes, beliefs, and abilities. *The Journal of Experimental Education*, 66(1), 5- .
- Kahney, H. (1993). *Problem Solving: current issues (2nd Ed.)*. Philadelphia: Open University Press.
- Kilpatrick, J. (1985). A Retrospective Account of the Past 25 Years of Research on Teaching Mathematical Problem Solving. In Silver, E. A. (Ed.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives*, 1-15. N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Lord, T.R. (1999). A comparison between traditional and constructivist teaching in environmental science. *The Journal of Environmental Education*, 30(3), 22-.
- Mettetal, G., Jordan, C., & Harper, S. (1997). Attitudes toward a multiple intelligences curriculum. *The Journal of Educational Research*, 91(2), 115-.
- Polya, G. (1945). *How To Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Reid, C. & Romanoff, B. (1997). Using multiple intelligence theory to identify gifted children. *Educational Leadership*, 55(1), 71-74.
- Sebrechts, M.M., Enright, M., & Bennett, R. E. (1996). Using algebra word problems to assess quantitative ability: attributes, strategies, and errors. *Cognition and Instruction*, 14(3), 285-343.
- Shachar, H. & Sharan, S. (1994). Talking, relating, and achieving: effects of cooperative learning and whole-class instruction. *Cognition and Instruction*, 12(4), 313-353.
- Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D. A., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative problem solving: Using K-W-D-L as an organizational technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(9), 482- .
- Terry, W. & Patricia, S. (1997). Deepening the analysis: Longitudinal assessment of a problem-centered mathematics program. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(2), 163- .
- Verschaffel, L. & De Corte, E. (1997). Teaching realistic mathematical modeling in the elementary school: A teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 577- .
- Wade, E. G. (1994). *A Study of the Effects of a Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitudes, Self-confidence, and Achievement*. New Mexico State University, EDD. AAC 9510417.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
- Yackel, E., Cobb, P., Wood, T., Wheatley, G., & Merkel, G. (1990). The Importance of Social Interaction in Children's Construction of Mathematical Knowledge. In Cooney, T. J. & Hirsch, C. R. (Eds.), *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*, 12-21). Va.: National Council of Teachers of Mathematics.

收稿日期：2000年11月21日

接受刊登日期：2001年2月25日

Bulletin of Educational Psychology, 2001, 33(1), 1-30

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

The Effects of Integrated Teaching Model of Multiple Intelligences and Problem-Solving on Mathematics Performance of Elementary School Students

YI-HONG LIN

Zi-Qiang Elementary School

CHING-YUAN CHANG

Department of Educational Psychology
and Counseling
National Taiwan Normal University

ABSTRACT

The major purpose of this study was to explore the effect of Integrated Teaching Model of Multiple Intelligences and Problem-Solving on elementary school students' mathematics achievement, problem-solving process, and mathematics attitude. This study combined the theory of multiple intelligences with problem-solving teaching strategy to form the Integrated Teaching Model of Multiple Intelligences and Problem-Solving. Our subjects include two sixth-grade classes, one class was the experimental group, and the other was the control group. The teacher in the control group conducted the traditional instruction. After a whole semester's experimental intervention, the results showed that: about mathematics achievement, the experimental group student's performance was better than the control group's; about problem-solving process, the performance of the experimental group students on the ability of self-expression, to form a goal and to transfer laterally, as well as the problem-solving process, and accuracy numbers were better than those of the control group; the middle and high achievement students in the experimental group perform better on diagramming than control group students; about mathematics attitude, the experimental group students' mathematics attitude, confidence in mathematics-learning, and motive of mathematics-exploring were enhanced; the experimental group students' mathematics attitude with the features of: "student-centered learning", "to apply the mathematics concepts in daily life", "wide mathematics schema", and "focus on student-student interaction".

KEY WORDS: multiple intelligences, problem-solving, mathematics teaching

