

以多元智慧融入數學教學對國中學生創造力影響之行動研究

臺北市立中崙高級中學 呂虹毅

臺北市立中山國民中學 郭怡立

摘要

本研究之目的旨在透過多元智慧教學，來改進國中生創造力教育之成效並落實創意教學。研究對象為研究者任教的國二兩個班為主，共七十四位學生。本研究根據行動研究的四個步驟：計畫、行動、觀察、反省來設計，共歷時五個月。資料收集以教師省思札記、學習單、實作作品、學生創造力測驗問卷、訪談紀錄及聯絡簿為主，以課室觀察與教學錄影帶為輔。資料分析以質性為主，將原始資料組織、分類和編碼，再依創造力的認知與情意類型，進行資料間的交叉比對。研究結果發現多元智慧教學除了可提高學生學習興趣，並增加對課程的瞭解及討論之外，學生在流暢、變通、獨創、精進力各方面亦有創意行為之表徵，其發揮創造力的方式亦呈多元。此外，本研究也提出教學現場之困境、解決之道、建議與省思，以作為未來教學及研究之參考。

關鍵詞：多元智慧教學，創造力，行動研究

壹、研究動機與目的

創造力是二十一世紀公民需具備的基礎能力（教育部，2001），也是提升社會進步及促進國家發展（Collins & Amabile，1999）的原動力。為了迎接知識經濟時代之來臨，世界各國已將創造力教學列為重要的教育政策之一，並以全方位的觀點融入生活中的各個層面，其重要性可見一斑，此為研究動機之一。

近來有研究發現創造力應是多面向的建構（Feldman，1999），此與Gardener所提出的多元智慧理論有許多吻合之處。Gardener（1993）認為人類的心智能力約可分為八種智能，而非傳統的語文及數學邏輯而已，若能充分開發其多元智

能，將有助於創造力的提升（Csikszentmihalyi & Wolfe, 2000）。許多人認為創造力是天生的，只有少數特定的人才具備，實則不然。其實創造力是人類資源中最豐富的潛能，每個人皆具有，它也非天生不變，而是可以發展培養並經由訓練而提昇的（吳靜吉，民65；林幸台，民62；Sternberg & Lubert, 1995; Osborn, 1957）。此外研究亦指出創意思考能導引更高的學習成就(Cronin, 1989)，因此創造力的發展與培育是教育上重要的目標，Lazear（1999）則進一步指出多元智慧的教學原則符合學生的身心發展，有助於創造力之提升，故若能將多元智慧理論融入教學，以誘發學生的創造力是相當重要且深具意義，此為研究動機之二。

然而，不可諱言的，教改雖已實施多年，但國中階段仍充斥著升學主義，課業壓力繁重，許多教師雖想創新教學，最後往往因進度趕不上而作罷。目前國內雖有極少數的研究透過多元智慧理論來提升創造力，但內容多偏於幼兒，或另行設計一套全新的課程，較無法真正落實於國中，且相關研究在數學領域更是付之闕如，以致教師缺乏具體策略來實施創造力教學。因此如何以多元智慧理論融入數學教學以提升其創造力，讓它不是一個獨立出來的學科或活動，在課程統整與設計的難度就非常高，此為目前創造力教學的困境，亦為研究者想解決教學現場之問題，期使在創新教學、增進教師知能的同時，能啟發學生的創造力並能提供一些實施後的心得與建議，供讀者作為未來實施教學之參考，此為研究動機之三。

故本研究之目的有三：（1）設計數學領域多元智慧教學方案及學習情境規劃。（2）了解多元智慧融入數學教學，對學生創造力的影響為何？（3）探討以多元智慧融入數學領域創造力教學所遭遇的困難及解決之道為何？

貳、文獻探討

本研究依據主題和目的，由下列三個項目進行文獻探討：一、創造力的意義及理論；二、多元智慧理論及教學策略；三、創造力與多元智慧教學之間的關係。

一、創造力的意義及理論：

（一）創造力 4P

有關創造力的意義及概念，中外學者各有不同的說法，目前較為大家接受的是由Rhodes（1961）所收集有關創造力的定義，歸納出的創造力四P，亦即(1)以創造者（person）為主：重視創造者的人格特質、(2)以歷程（process）為主：重視創造者的心理歷程、(3)以產品（product）為主：重視創造者的產品、(4)以環境（place）為主：重視個人與環境的交互作用，亦即創造力可看成一個包含人格特質、心理歷程、創新產品、創造者與環境互動的整體。

（二）創造力內涵

創造力是一種發散性思考的能力，其發展可從認知和情意兩方面探討，前者指流暢力(fluency)、變通力(flexibility)、獨創力(Originality)、精進力(elaboration)，後者則包括冒險、挑戰、好奇、想像（陳英豪、吳裕益、簡真真，民 73；Williams，1980；陳龍安，1994）。流暢力是指思考流暢，能表達出許多點子，包括對文詞、觀念、和聯想等的流暢能力。變通力是指對傳統想法適時的變通，能免於傳統的束縛，想出不同的觀念與反應。獨創力是指能產生不同凡響、新穎、獨特與稀有的觀念或反應的能力。精進力是指求進步，考慮周詳，會添加細節，精益求精，使觀念或產品更加完善的能力。冒險性是指有猜測、嘗試、且面對失敗及批評，能鼓起勇氣再接再勵，勇於探索。想像力是指在腦中將各種意象構思出來並加以具體化。挑戰性是指在複雜混亂的問題或情境中，尋求各種可能性，找出問題的頭緒。好奇心是指面對問題，樂於追根究底，把握特徵以徹底了解其結果。了解認知與情意所包含的能力及外顯行為所代表的意義，能協助教師在創造力教學時進行有效的評量，茲整理如表一：

表一：認知情意互動模式學生行為的意義

學生行為	意義
認知方面 流暢力思考(想起最多的...)	1.量的擴充 2.思路流暢 3.相關反應的多寡

變通力（採不同途徑）	1.各種反應的的多樣性 2.轉移類別的能力 3.迂迴變化的思路
獨創力（新奇獨特的思考）	1.不尋常的反應 2.聰慧的反應 3.出現不同凡響的結果
精進力（附加…）	1.修飾所提出的意見 2.引申事物的看法 3.擴展簡單的意念使其更趨完美
情意（感受）方面 冒險性（有勇氣…）	1.勇於面對失敗或批評 2.能敢加以猜測 3.在缺結構情境中完成任務 4.為自己意念辯護
好奇心（樂於…）	1.富追根究底精神 2.隨意玩弄意念 3.樂於接受撲朔迷離情境 4.深入思索事物奧妙 5.能把握特定徵兆觀察結果
想像性（富於…）	1.視覺化並建立心像 2.想像從未發生的事 3.直覺地感受 4.超越感官與現實的界限
挑戰性（能面對挑戰…）	1.尋求更多的可能性 2.洞悉現實與理想的差距 3.自雜亂中整理出頭緒 4.深究複雜的問題

（三）教學方式與創造力

課程活動的多樣化及教學策略，能促進師生的創造力（賴慶三，2002），既然許多研究指出創造力是可以教的，因此怎麼藉由適當的教育來發展大多數人與生俱來的創造力之潛能就非常重要。教學上要如何設計，才能培養學生創新與解決問題的能力呢？Frederiksen（1984）歸納出六項要素，包括1.給予學生充裕的時間；2.讓學生緩作判斷；3.建立適當的氣氛；4.分析與並列要點；5.教導學生所需的認知能力；6.提供實例。Sternberg和Lubert（1995）則提出仿效有創意的角色楷模是發展創造力的最佳方法，且教師若能表現接納與熱忱，較能激發學生的創造力。日本學者恩田彰等（民77）認為具備以下條件的教師能培養具有創造力的學生：1.使用創造性的教學、教法、教材組合等。2.不斷探索求知的求知慾。3.形成創造性的班及氣氛。4.和學生一起學習探索的態度。5.佈置創造性教具、資源及環境。6.表彰創造性活動及發現。

Amabile（1988）歸納出九項促進創造力發展的環境因素，分別為自由、鼓勵、具挑戰性、認同與回饋、充裕時間、充足資源、適當壓力、良好專案負責人、

及正面組織特徵。因此，爲了培育學生的創造力，教師應營造無壓力、安全、允許出錯、容忍不同意見的學習環境、並利用實驗、寫作、開放式活動等情境、給予學生足夠的思考空間、以促進學生靈活運用各種思考的方式（楊坤原，民90）。

綜上所述，傳統的教學方式因學習者缺乏多元化學習方式、師生互動有限、課程不夠活潑彈性、僅採單一紙筆測驗，較難反應學生學習成果，以致扼殺創造力的發展（林哲鵬、陳世佳，2003）。因此如何營造一個孕育創造力的自由環境、鼓勵學生接納不同想法、增加互動觀摩的機會、進行批判思考、並肯定學生所付出的嘗試與努力，皆爲研究者設計教學時努力的方向。

二、多元智慧理論的種類與內容

（一）多元智慧理論的種類

哈佛大學心理學家Gardner打破傳統智力的論調，提出了「多元智慧理論」，他指出人類智慧至少有八種，分別是1.語文智慧（linguistic intelligence）：包含文字思考、語言表達、文字書寫及欣賞語言意義的能力，2.音樂智慧（musical intelligence）：指察覺、辨別、改變和表達音樂的能力，它允許人們能對聲音的意義加以創造、溝通與理解；3.邏輯－數學智慧（logical-mathematical intelligence）：指運用數字和推理的能力，它涉及了對抽象關係的使用與瞭解，其核心成份包括覺察邏輯或數字之樣式（pattern）的能力，以及進行廣泛的推理，或巧妙地處理抽象分析的能力；4.空間智慧（spatial intelligence）：指對視覺性或空間性訊息的知覺能力，以及把所知覺到的加以表現出來的能力。5.肢體－運作智慧（bodily-kinesthetic intelligence）：指運用身體來表達想法與感覺，以及運用雙手生產或改造事物的能力，6.人際智慧（interpersonal intelligence）：指辨識與瞭解他人的感覺、信念與意向的能力；7.內省智慧（intrapersonal intelligence）：指能對自我進行省察、區辨自我的感覺，並產生適當行動的能力。8.自然觀察智慧（naturalist intelligence）：指對週遭環境的動物、植物、人工製品，及其他事物進行有效辨識及分類的能力（Gardner，1993）。

(二) 多元智慧理論的課程設計與教學策略

1. 課程設計原則

以多元智慧理論的教學設計至少應包括三種不同型式的課程，分別是：

- (1) 以智慧本身作為教學的主題：亦即教學的目的是在開展學生的多元智慧，這是「為多元智慧而教」(teaching for multiple intelligences)。
- (2) 以智慧作為一種獲取知識的方法：每一種智能都可以用來學習某一領域的知識，例如使用身體動作來學習英文字彙，使用音樂來教導數學的概念等，這是「藉用多元智慧來教」(teaching With multiple intelligences)。
- (3) 以智慧為教學主題：教學目的在教導學生認識自己的多元智慧，包括如何評估、如何強化，以及如何主動地使用多元智慧於學習與生活之中，這是「關於多元智慧的教學」(Lazear, 1999)。

2. 教學策略

多元智慧理論使我們能深入了解人類智能的本質，為教育提供重要的啓思與方向。Haggerty (1995) 認為採多元智慧教學應注意以下幾點：

- (1) 教育工作應致力於八種智慧的整體發展：以往教育將焦點放在語文與邏輯—數學能力的培養，使學生在其他領域的智慧難以獲得充份發展，並不足以因應未來生活與工作所面臨的挑戰，因此教育工作應致力於八種智慧的整體發展。
- (2) 教學必須配合每位學生所具有的獨特智慧之組型：不同的學生具有不同的心智組型，並且會以不同的方法來學習、表徵與回憶知識，教師應配合學生的不同需要而使用各種不同的方法來進行教學。
- (3) 教學應鼓勵學生建立自己的學習目標與學習方案：教師應尊重學生對自己認知風格的意識，並給予機會去管理自己的學習，以幫助學生逐漸地瞭解自己的內在潛能與發展這些潛能的方法，而非只是背動接受學習。

多元智慧論協助教師將現有課程及單元轉換成多元模式的學習機會，Gardner 提出一些教學清單可豐富教學的內容設計 (郭俊賢、陳淑惠譯，1998)，研究者

整理如下：

表二：數學科融入多元智慧課程的可採的設計及評量方式

智慧領域	可採行的教學設計方式	觀察與評量
語文	寫作、自我表達、連結故事、閱讀理解	閱讀、口語表達、記憶、朗誦
邏輯－數學	數學證明、思考、運算、問題解決	計算、推理、提問
空間	手繪設計、地圖、指摸	手眼協調、空間概念、設計能力
肢體－運作	動手操作、繪畫	身體協調動作發展
人際	學習與小組成員溝通、學習尊重他人意見 學習與人合作、互動、建立情誼 互助合作、溝通、模仿、欣賞多元	分享行為、溝通能力、助人特質
內省	表達個人內在感受、瞭解個人、自我提升、 省思領導及被領導後之不同感受	認識自己、自我反省
音樂	創作歌曲、指出節奏的形式	音調能力欣賞創作
自然觀察	觀察教室或大自然發表評論	觀察能力、探索實驗、工具應用

三、創造力與多元智慧教學之間的關係

融入多元智慧的教學方案對創造力是否有助益呢？Maker（2001）認為啓迪孩童的多元智慧可激發創意的想法。周宏（2002）、施建農（2001）亦提出實施多元智慧的課程與教學，能提升學生素質與創造力。此外宋海蘭（1994）、廖素貞（1993）的研究亦發現融合語文表現、數學邏輯、自然觀察等多項智能的使用與刺激，能促進創造力的提升。為何結合多元智慧的教學設計對創造力有所提升呢？Lazear（1999）認為多元智慧有以下的教學原則符合身心發展，故能誘發學生的創造力，其教學原則為1.喚醒（awaken）：喚起未經使用的潛能，激起孩子智能的發展2.擴展（amplify）：教師提供重複學習的機會，讓幼兒從多次練習中，不斷改進而提升自己的能力3.教授（teach）4.遷移（transfer）：學習過程中除表現其優勢智能外，也會伴隨使用其他智能並運用到其他領域上。此外葉玉珠、吳靜吉和鄭英耀（2000）的研究提出欲提升創造力必須從提倡閱讀、幽默感、創意態度、營造創造氣氛等方面著手，且創造力會以語言、動作、繪畫、造型等方式呈

現，營造一個討論的情境將有助於開發其多元智能。

在評量方面，Firestien & Lunken (1993) 則認為評量創造力的工具若採日常生活中常接觸到的玩具或教具，會較測驗工具更適合且更佳。而Morelock和Morelock (1999) 也證實教師運用豐富的玩具、教具、工具、或評量檢核表，讓學生探索，發表感想，並進行實作或卷宗評量等方式，更能以多元的方式激發學生創意並讓評量更為客觀與完整。因此本研究採用的評量方式亦朝此目標，以多元作為考量與設計的因素，而非侷限於傳統的紙筆測驗。

參、研究方法

本研究旨在透過多元智慧教學以激發學生創造力，係因研究者為解決教育實務之問題，故採行動研究法。實施程序依行動研究四個循環步驟：計畫、行動、觀察、反省（陳伯璋，1998），其內容說明如下：

一、研究者

研究者服務於台北市某完全中學，具有十二年教學經驗，平日對教學方法的改善及提升學生學習動機非常有興趣，發現學生學習困難的問題後會進行反省並勇於檢討改進，在同事眼中是個認真盡責，富有幽默感、寓教於樂及願意嘗試創新教學的好老師。本研究之協同行動研究者為台北市某國中的自然領域教師，主修理化，輔修數學，具有十九年教學經驗，並曾參與創造力及多元智慧教學研討會近兩年，至全省巡迴擔任講師多次，具教學熱忱與挑戰動機。

二、研究對象

研究對象為研究者已任課兩年的八年級兩個班，皆為常態分班，學生程度落差大，每班各有37位學生，班級氣氛和諧融洽，兩班的發表慾及發問情況皆不錯，師生互動良好。

三、研究方法及步驟

本研究採「行動研究」方法進行研究和探討，以解決實務問題為導向（甄曉蘭，2003；潘慧玲，2004），並依行動研究的歷程：計畫、行動、觀察、反省的步驟進行，共歷時五個月，配合學期進度，分為五個階段進行。

第一階段：計畫-----著重於教師專業成長

問題分析：升學壓力仍存在的情形下，完全自編多元智慧教材誠屬不易，為避免引起家長及學生焦慮，故不改變採用的「翰林」版數學教科書，而輔以補充學習單，將多元智慧課程融入現行的教材，讓研究能在正常教學環境中進行。

接著從學校已排定的教學計畫找出幾個單元融入多元智慧，以檢視學生創造力改變的情形。為與段考單元作結合，故將一、二次段考單元歸類為四，分別是比與比例式、畢氏定理、平方根與乘法公式。

本階段以教師專業成長為重點，教師藉由進修、研習、專業對話、腦力激盪，並參與教學前的工作坊進修活動一個月，研習有關多元智慧理論、多元智慧教學（含教學活動設計、情境佈置、教材教法、教學策略等）與創造力教學及評量，且每單元均有討論與實作，隔週分享研習心得，所設計的學習活動，完成後請同儕、教授給予回饋，以充實專業知能，集體設計適當之教學方案。

第二階段：行動----初步多元智慧教學與實踐

本階段實施初步的教學，完成比與比例式、畢氏定理兩個單元，各單元進度依學生興趣及實際教學需要進行調整。過程中研究者撰寫教學省思札記，記錄一切面臨之教材或教學實務之問題與心得，針對教學所遭遇的困難，或急需改善的問題，提出給協同研究者及指導教授以便解決問題。

第三階段：觀察、省思、修正：

針對第一階段實施的教學進行反省回饋之對話，就已教學之影音資料及教學事例進行分析，並初步檢視多元智慧課程實施規準、主題規劃是否恰當、各單元是否均已安排八大多元智慧的課程內容及目標、評量方式、以及資料收集內容、學習單或評量方式是否有需要修正之處，以作為後續實施教學之修正參考。

第四階段：行動、反思、修正----後續多元智慧教學與實踐

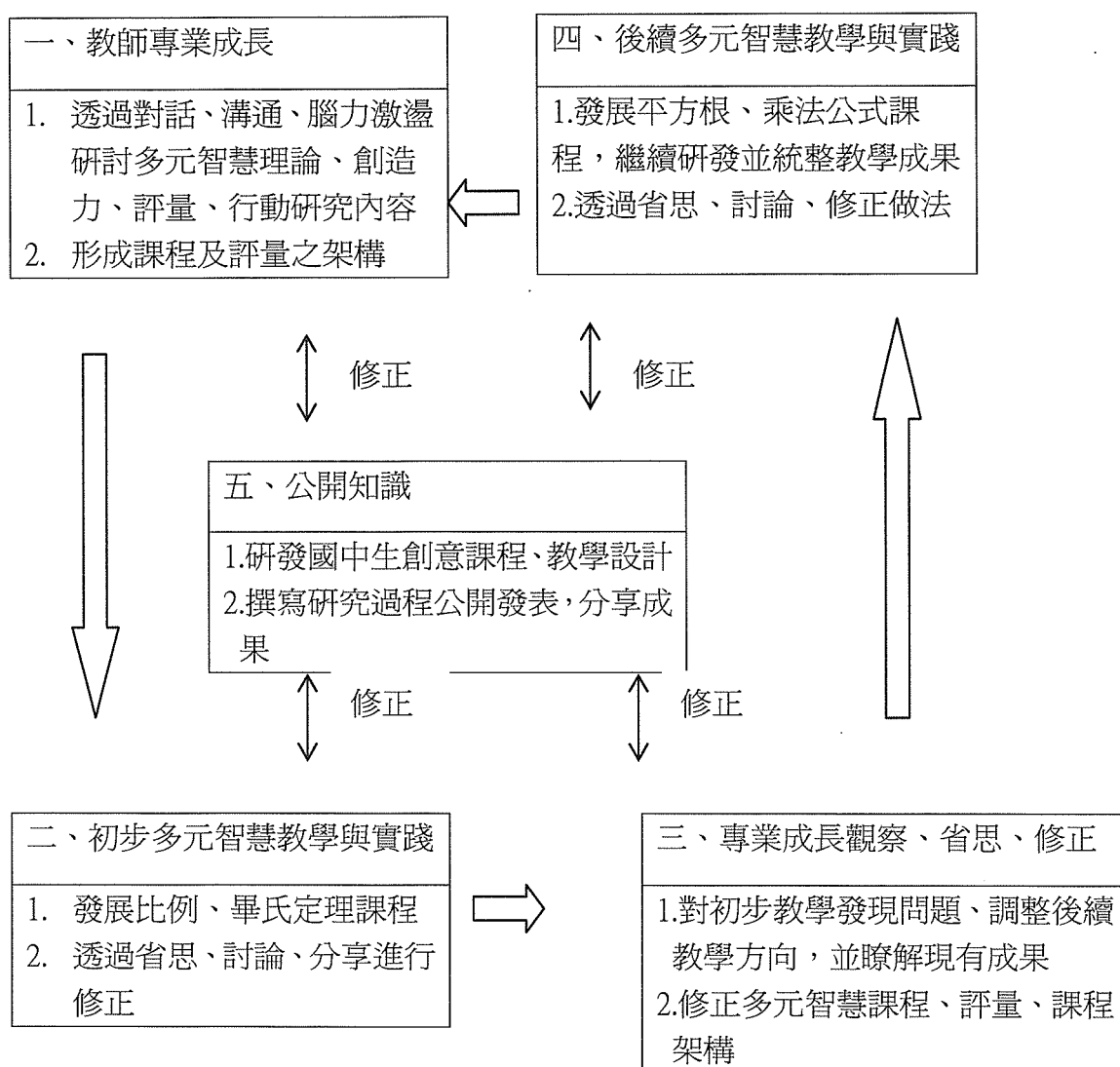
此階段之研究重點，在於實施第二階段平方根與乘法公式的教學，內容著重於將第一階段的教學問題及成效進行檢證，並依教學成果來擬定課程發展的過程。一旦檢視出教的結果未能有效解決所面臨的問題，則重新修正教學策略與模

式，再付諸實踐，如未能解決所提出的問題，必須再重複，直至問題得到合適的解決。

第五階段：公開知識：

此階段重點在於觀察並反省現行實施狀況及學習成效，透過研習及發表的方式，分享並展示研究的過程、研究心得及成果，並以文字來發表研究成果。

圖一為本研究之行動研究流程圖。



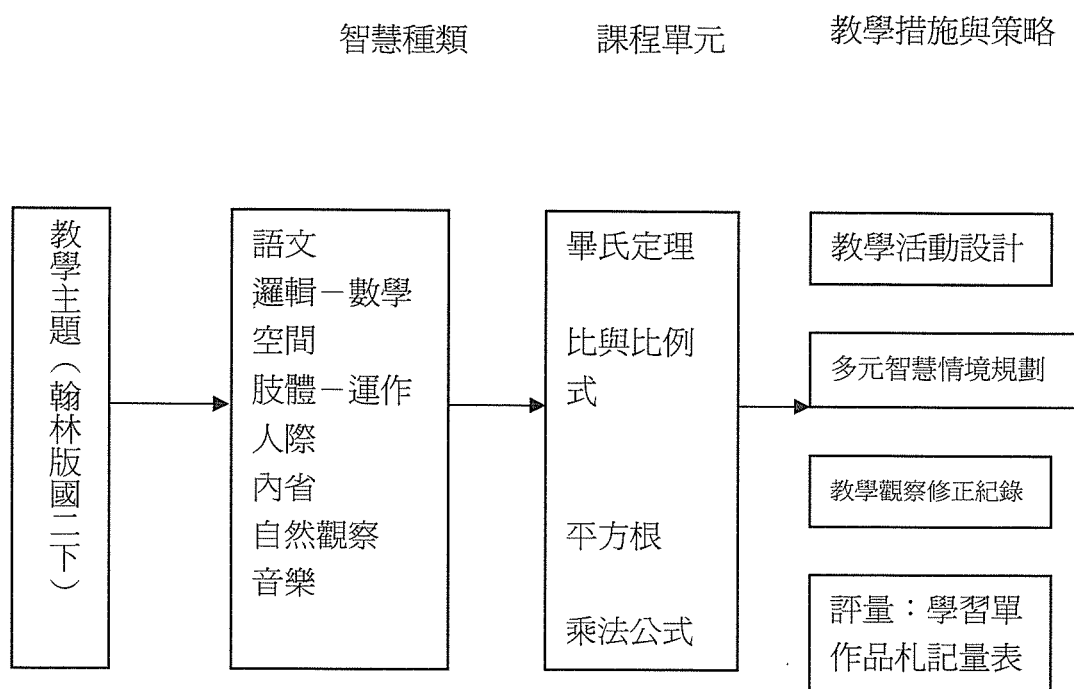
圖一：行動研究流程圖

四、教學活動設計流程

本多元智慧教學方案之設計，依教科書主題規劃，結合八大智能取向，融合

每個智慧，達成四個單元的教學目標。以下為四個教學單元的設計流程：

(一) 擬定多元智慧課程實施架構與歷程



圖二：多元智慧課程實施架構與歷程

(二) 課程實施規準

為了達成以多元智慧融入教學，激發學生創造力之目標，研究者根據文獻探討之論述，綜合出本教學方案實施之規準：

- (1) 創造力的形成非一蹴可幾，應提供適當的氣氛與環境，讓學生在提出最後解決方案前有機會充分思考，避免因時間壓力使創意思考遭到阻撓。
- (2) 讓學生了解具備主動思考、探索能力與創新能力在知識經濟時代非常重要，並讓其了解創造力與課業成績無必然的關連性，鼓勵人人動腦思考。
- (3) 教學過程中盡量提供實例，並給予討論觀摩的機會，藉由團隊合作、互相激盪，使創意在同儕間醞釀、擴散。
- (4) 評量方式對學生的學習動機影響甚大，故除了傳統的紙筆測驗之外，另增多元性評量，並將學習過程中學生創造力表現的項目列入成績評量中。

(三) 教學實施之重點：

本多元智慧教學與評量之進行是以翰林版國中教科書第十冊為主要教學內

容，透過表三列出教學實施之重點：

表三：本多元智慧教學實施之重點

多元教學與評量	內 容
教學環境	補充數學課外讀物藏書，包含主要實施的單元內容，利用教室公佈欄及牆面張貼數學家及數學史之海報，或由學生提供的數學學習資料，每個單元均會更換一次。
合作教學設計	採分組教學，利用同儕的互動進行討論、學習、分工、實作、解題、分享多元想法
多元評量	採多元評量方式收集學生創造力呈現的軌跡，包括教師日誌、聯絡簿、學習單、實作作品、學習省思單、創造力問卷
學習情境角	班級圖書角、彩繪區（備彩色筆、白紙、色紙、剪刀、膠水）、小組座位表、作表展示區
戶外教學	每單元利用30分鐘觀察校園或週遭環境與學習相關的內容

（四）教學活動設計步驟

研究者參考Gardner多元智慧教學設計步驟（郭俊賢、陳淑惠譯，1998）及陳亮宇（民92）多元智慧教學活動設計之建議，茲將設計步驟說明如下：

1.決定多元智慧融入數學科教學的方式

從文獻探討中得知，開啓多元智慧有助於激發學生的創造力，因此研究者決定以「盡可能讓每位學生都能參與每種智慧活動」的原則設計，希望透過「多元化」的活動設計，讓學生對數學科產生學習興趣。

2.設定教學目標

由於本研究擬於數學課實施，教學目標以該教材中各單元教學目標為主。

3.將教學目標轉化為多元智慧活動：主要步驟如下：

（1）檢視教材已具備的多元智慧內容：先列出教材中原有的活動，將這些活動填入適當的智慧活動內，以「畢氏定理」單元為例，原有的活動如表四。

表四：畢氏定理單元原有的智慧活動內容

智慧領域	原有的智慧活動內容
語文	認識畢氏定理的名稱，閱讀畢達哥拉斯的生平
邏輯－數學	能導出直角三角形中，斜邊的平方＝兩股的平方和之定理

	能利用畢氏定理計算直角三角形第三邊的長
空間	畫出呈現畢氏定理的圖案
肢體－運作	透過拼圖的方式呈現畢氏定理
人際	缺
內省	缺
音樂	缺
自然觀察	觀察校園磁磚設計與直角三角形的關係

(2) 針對教材欠缺的智慧活動，予以增加、並適當改良：其目的在於使活動多元活潑化，以「畢氏定理」單元採用的多元智慧活動內容為例，如表五：

表五：畢氏定理單元採用的多元智慧活動內容

智慧領域	多元智慧活動內容
語文	認識畢氏定理的名稱，閱讀畢達哥拉斯的生平 寫出讚美畢氏定理的短文
邏輯－數學	能導出直角三角形中，斜邊的平方＝兩股的平方和之定理 能利用畢氏定理計算直角三角形第三邊的長
空間	用色紙或水彩描繪出畢氏定理的圖案
肢體－運作	透過剪紙及拼圖的方式呈現畢氏定理 創作畢氏定理之立體或平面圖案
人際	分組完成六面體，並與其他成員分享 與其他小組溝通此六面體與畢氏定理的關係
內省	透過「寫數學看個性與程度」學習單瞭解自我，並和畢氏定理做比照
音樂	小組合編一首歌曲來表現畢氏定理
自然觀察	找出日常生活中，應用畢氏定理的例子

4.決定各單元多元智慧活動的教學方法

爲了讓教學活動得以順利實施，本研究依據文獻探討中所整理的表二多元智慧教學法及創造力教學實施規準來決定各活動教學法的運用。以「乘法公式」單元爲例，如表六所示：

表六：乘法公式單元採用的教學方式

智慧領域	教學法	實施方式
語文	寫作、自我表達	以故事編寫三個乘法公式的故事
邏輯－數學	證明、推理思考、問題解決	以代數方式運算三個公式、解題、並說明理由
空間	手繪設計	用色筆畫出乘法公式與面積的關係

肢體－運作	動手操作、戲劇演出	小組以拼圖或表演說明乘法公式的內容
人際	溝通協調、合作學習	採小組討論方式進行，共同完成拼圖、創作歌謠及課堂任務，以說明三個乘法公式，並決定呈現方式。
內省	表達感受、自我省思	說出小組共同完成作品的感受
音樂	創作歌曲或歌詞	以兩隻老虎旋律編出乘法公式的歌曲
自然觀察	觀察大自然發表評論	觀察並說出巴斯卡三角形係數與乘法公式關係的規律

5.教學進度、順序、評量之安排

為使研究能在正常教學環境中進行，研究者搭配教學研究會所訂出的進度，將研究分為兩階段，第一階段為一次段考內容，分別為比與比例式、畢氏定理，第二階段為二次段考內容，為乘法公式及平方根。至於各智慧活動的進行，除課前交付準備的事項外，其餘都在教學時間內實施。此外，在不影響教學流暢及關聯性下，各多元活動會安插到適當的位置，如「平方根」單元，將「長方形紙張剪兩刀拼成正方形」置於上課之前，自我省思則置於分組討論之後，學習單則在課堂中或活動結束後的時間讓學生填寫，「歌曲創作」則置於單元的最後。

6.專家效度的考驗

本研究之活動設計，敦請兩位國中具有數學及科學教育背景的教師，均自碩士班畢業，以及一位實際參與多元智慧教學與創造力研究的教授幫忙審查活動的完整性及適切性。

五、研究工具

- 1.省思札記：參與教師透過撰寫札記，反省其教學活動的實務及過程。札記的撰寫在本研究的主要功能為反省、分析和自我評價的工具。
- 2.實作作業：例如「畢氏定理」中，用12張色紙完成正六體的成品、設計相關圖案，「平方根」中將長方形剪兩刀，拼成一個正方形、在方格紙上繪製指定的長度，「乘法公式」中拼圖的成果、「比與比例式」中依各組人數設計的食譜。為了讓學生能充分發揮創造力，各組可充分溝通討論後，再繳交最後成果。

3. 會議紀錄：研究者與協同教師及教授定期開會，均加上紀錄。包括教學目標、進度、問題與流程、教學改進意見，均予以記載，若有任何發現，亦會寫在省思札記，作為資料蒐集輔助之用。
4. 教學錄影帶：將上課實況作全程錄影，再與協同研究者一起觀看，作為修正教學策略及同儕互相觀摩之用。
5. 威廉斯創造力測驗：包括「威廉斯創造性思考活動」與「威廉斯創造性傾向量表」，其目的在評量學生的認知和情意行為，對所有研究對象進行測驗，採前、後測方式，透過測驗分數是否有差異，了解課程實施前後創造力改變的情形，再與其他質性資料比對，並分認知及情意兩部分探討。認知部分：流暢力、變通力、獨創力、精緻力。情意部分：冒險性、好奇心、想像性、挑戰性。

五、資料收集與分析

本研究以質性為主，資料的收集以多元方式進行，包括教師省思札記、學習單、實作作品、學生創造力測驗問卷、訪談紀錄及聯絡簿中的生活札記為主要來源，而以研究者觀察與課堂教學錄影帶為輔助資料。

資料分析採Patton（1990）建議的步驟，將原始資料組織、分類和編碼，再依創造力的認知與情意類型，進行資料間的交叉比對，希望透過持續性的詮釋與解讀，建立出一套敘述性的原則模式。

由於本研究以質性為主，因此學生所做的威廉斯創造力測驗，只列出前後測各向度的平均數，並不作量化分析。表七為簡單的數據資料：

表七：威廉斯創造力測驗前後測平均數之比較表

	認知方面 (括號內為各項最高分)						情意方面 (總分最高150分，最低50分)			
	流暢 (12)	開放 (36)	變通 (12)	獨創 (36)	精緻 (36)	標題 (36)	冒險	好奇	想像	挑戰
前測	9.91	18.06	7.67	13.21	9.25	12.25	25.32	31.12	27.83	28.15
後測	10.86	20.96	8.25	14.66	12.94	14.86	27.41	32.54	29.30	29.01

肆、結果與討論

一、數學科融入多元智慧教學對創造力的影響

由表七可發現不論是認知或情意方面，其平均數都有所增加，由於本研究以質性為主，故研究者比對各項資料後，針對學生的行為描述如下：

(一) 認知方面：

A. 流暢力的例子

在「比與比例式」活動中，研究者設計一個情境：「小潼有下列不同幣值的美元：一張 5 元紙鈔、一張 1 元紙鈔、一枚 25 分硬幣、和一枚 1 分硬幣。一元紙鈔和 25 分硬幣上印有華盛頓總統的肖像。1 分硬幣和 5 元紙鈔上印有林肯總統的肖像。」研究者要小組討論下列四個選項何者正確？「A. 1 個華盛頓等於 25 個林肯、 B. 5 個華盛頓等於 1 個林肯、 C. 1 個華盛頓等於 100 個林肯、 D. 1 個林肯等於 20 個華盛頓」。結果竟形成兩組答案，某些小組反應全對，某些小組卻反應全錯，研究者樂見此狀，於是讓兩邊辯論，充分陳述其理由，過程中呈現其思路之流暢，反應全對的組別其理由如下：

「1 個華盛頓為 25 分，1 個林肯為 1 分，所以 A 就對了；

1 個華盛頓為 1 元，1 個林肯為 5 元，所以 B 就對了；

1 個華盛頓為 1 元，1 個林肯為 1 分，所以 C 就對了；

1 個林肯為 5 元，1 個華盛頓為 25 分，所以 D 也是對！」

然而，持全錯的組別也提出他們的想法，「在你們所提的狀況下，這些選項是正確的，但華盛頓有兩個可能，林肯也有兩個可能，應該加上一些條件，才能說是正確，我們認為 A 應改為 1 個 25 分的華盛頓硬幣，等於 25 個 1 分的林肯，B 應改為 5 個 1 元華盛頓硬幣等於 1 張 5 元林肯的紙鈔； C 應改為 1 張 1 元華盛頓紙鈔等於 100 個 1 分林肯硬幣，D 應改為 1 張 5 元林肯紙鈔等於 20 個 25 分的華盛頓硬幣才對！」當這樣的思考出現後，許多同學頻頻點頭，不久隨即又有一組提出另一個想法：「如果我們將問法改為：根據上述的幣值，哪些選項可能成

立？這樣四個選項也會全對，而且較不會被質疑！」

接著研究者告訴同學印著傑佛遜總統的硬幣幣值為 5 美分，並詢問各組：你認為傑佛遜總統會怎麼想？各組的答案如下：「覺得自己很渺小」、「覺得自己的貢獻比兩位總統都還要低」、「原來帶假髮的比有真的頭髮的人有價值且更帥，我應該買個飛機頭來戴」、「原來功績會因為時間及科技進步而被遺忘」、「同樣是民選出來的總統，為什麼我代表的幣值這麼低？」、「為什麼我的幣值比華盛頓低啊，這麼說來我是 $\frac{1}{5}$ 或 $\frac{1}{20}$ 個華盛頓， $\frac{1}{100}$ 個林肯，不過換個角度，我一個人也可以抵過 5 個林肯，實在太好啦！」、「看不起老子傑佛遜！」

B.變通力的例子

變通性通常在應用性的問題或問題解決中出現，當有各種不同的想法出現時，許多學生會透過小組的發表活動而產生更多的想法與模仿，此亦符合Osborn (1957) 善用腦力激盪，可訓練學生創造思考能力。以下是學生行為的說明：

「乘法公式」活動中，老師要小組討論「找出多項式 $6x^2 - 7x - 3$ 與 $4x^2 - 12x + 9$ 的公因式，並將這樣的問題用在生活中。」許多組剛開始覺得好難，認為這麼枯燥的式子根本不可能在生活中應用，但某一組隨即丟出創意的內容「郭媽的DNA密碼為 $6x^2 - 7x - 3$ ，郭爸的DNA密碼為 $4x^2 - 12x + 9$ ，若他們生下小孩的DNA密碼有一半為兩人共有的因式，則此共有的DNA密碼為何？」此舉一出，贏得同學掌聲，在拋磚引玉之下，許多組有勇氣去接受嘗試，於是有如下產出：

「小嫻在地下室找到一個寶箱，但卻上了鎖，如要打開需按出正確的密碼，上面有個提示：按出 $6x^2 - 7x - 3$ 與 $4x^2 - 12x + 9$ 的共有因式就可打開，請問小嫻要按什麼才能打開？」

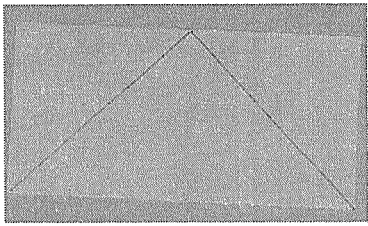
「草莓蛋糕的成份為 $6x^2 - 7x - 3$ ，巧克力蛋糕的成份為 $4x^2 - 12x + 9$ ，已知這兩種蛋糕共用的材料為兩者的公因式，請問共有的成分為何？」

另外，在「畢氏定理」單元，研究者原先希望學生透過學習單的完成來了解

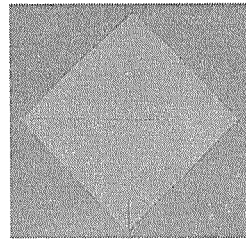
自己，但學生卻有不同的想法：「這份學習單能讓我跳過許多題目較容易寫，不過我並不喜歡這種有點雜亂的編排方式，我覺得跳來跳去會影響我的思考，而且題目和題號切齊，感覺很亂！如果能將學習單再稍作調整，我的接受度更高。」

C.獨創力的例子

獨創性通常讓學生能呈現不同凡響或聰慧的反應，例如在平方根活動中，學生將一張長方形色紙剪兩刀，拼成正方形進而觀察正方形面積、邊長、與長方形面積的關係，學生的做法如下：



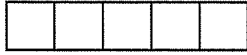
圖三：長方形色紙剪法

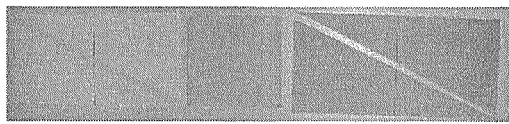


圖四：拼成的正方形

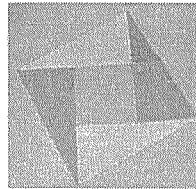
「其實，長方形的面積就是正方形的面積，而邊長的平方就是面積，因為邊長無法用小數、分數表示，所以才用根號，換句話說邊長是面積的正平方根」，

「剛開始，要我們用方格紙畫出 $\sqrt{13}$ 長度，我們整組都愣在那裡，後來我們就想到了畢氏定理中，斜邊²=兩股平方和，如果在水平一邊取兩格，垂直邊取三格，再將這兩個點連接起來，不就成了直角三角形的斜邊，長度就是 $\sqrt{13}$ 」

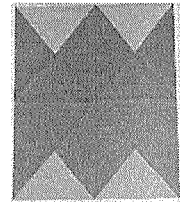
接著再讓學生將五個大小相同的正方形  排成一個大正方形，且大正方形的面積恰好是小正方形的五倍！結果如圖五、圖六：



圖五：長方形切法



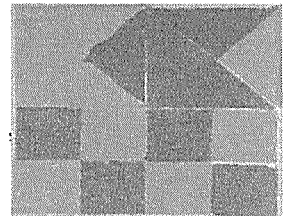
圖六：完成



圖七：設計圖

的正方形

此外，研究者在活動中讓學生了解法國人喜歡玩一種拼圖遊戲：



圖八：設計圖案之二

顏色、64片正方形陶片所拼成的，並讓各組找不同顏色的色紙，利用三角形或四邊形的不同組合，設計圖案，學生亦呈現出創意。圖七作品學生並標示「綠色面積：棕色面積=1：3」。圖八是則設計兩種顏色面積比別為1：1的作品。

繪畫亦是發揮創意之方式，S44 喜愛畫圖，隔宿露營後以漫畫來說明自己對畢氏定理的理解，如圖九：

音樂方面應用在數學上，也是一種新的嘗試，某組就以小星星的旋律唱出 $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ 的公式，例如「a+b 括號二次方，等於 a+b，再加兩個孩子 2ab，共同組成一個家庭，這個叫做全家福公式，千萬不要忘記了！」

D.精緻力的例子

精密性的思考，能讓學生不斷修飾其提出的意見，讓結果更趨完美，例如學生完成畢氏定理學習單後，有如下之反應：

「這樣的學習單有別於一般考卷，會讓我更想去做它，因為我會

覺得這是心裡測驗，-而不把他當成考試，會很好奇而認真作答，不像其他作業

可能用抄的矇混過關，我想快樂的學習就是最終的目的

吧。」，「而且我發現這份學習單是把分數變成心理測驗

結果，像我的類型E就是平常所謂的100分，另類的呈現

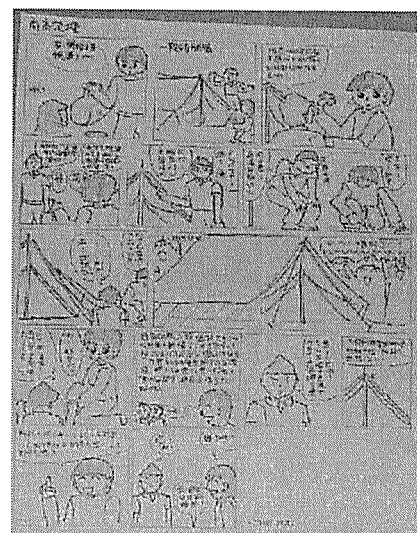
結果也順便讓我得知自己的學習狀況！」

某一組將五個大小相同的正方形排成一個大正方形，其最先討論結果如圖十，非常自豪的認為作品有創意，放學後認為面積似乎不是五倍，於是該組又至辦公室提出其新的想法，如圖十一：

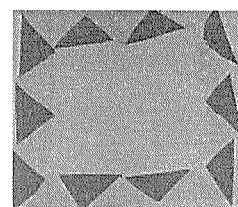
又如活動中詢問：「將三角形A轉換成三角形B，

至少得移動多少個銅板？請以箭頭表示出來」！有一組同學甚妙，採用數字編號

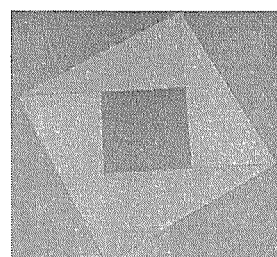
來呈現，原解法如圖十二，聽到別組討論後又更正為圖十三，學習單上還附加正解與誤解。



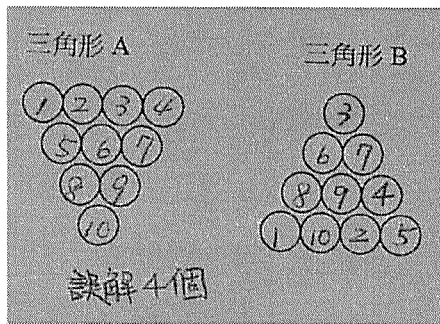
圖九：畢氏定理



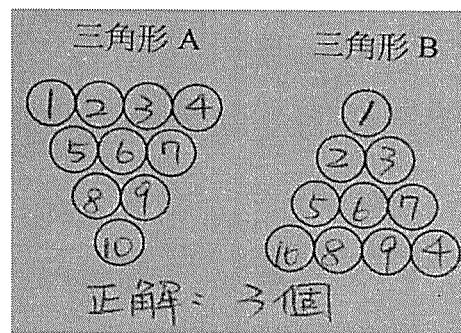
圖十：原設計圖



圖十一：修飾後設計圖



圖十二：舊解法



圖十三：新解法

(二) 情意方面：

A. 冒險性

在教學活動「比與比例式」中，請學生觀察：台灣發行的 50、20、10、5、1 元硬幣，上面印著什麼肖像或圖案？接著各組再運用這些資訊自行設計一個比例問題。在過程中，學生能勇於面對批評，並為自己意念辯護，呈現出其冒險性，例如某一組最先提出的想法如下：「1 孫兄 + 2 蔣兄 = 1 Mr. 魯道」，隨即有反駁的聲音，「不可能，因為 1 Mr. 魯道 = 20 元，1 孫兄 = 50 元，蔣兄不會是負的」，該組接著提出辯解「10 元及 50 元硬幣都是孫兄，1 元及 5 元硬幣都是蔣兄，所以 $1 \times 10 + 2 \times 5 = 20$ ，怎麼不可能？」另一組接著說：「當然不可能，請仔細再看看硬幣，10 元硬幣是蔣兄，不是孫兄。50 元硬幣才是孫兄！」同組再一起觀察，發現別組的質疑果然合理，於是回答「歹勢，看錯啦，我們將內容改為 1 孫兄 + 2 蔣兄 = 3 Mr. 魯道，就 ok 啦！」

經過這樣的討論溝通後，另一組也提出「1 國父 - 2 蔣兄 = 2 魯道兄」，而也有組別以目前使用的課本價格來設計，內容如下：

觀察下表後，回答以下兩個問題：

歷史課本	國文課本	英文習作	英文課本	英文寶典
175 元	150 元	100 元	100 元	? 元

(1) 2 歷史課本 + 5 歷史課本 = () 元

(2) 4 英文課本 - 2 英文習作 = 2 英文寶典，1 英文寶典 = ? 元

此外，學生也呈現出轉移類別的能力，如

「孫弟弟、莫那哥哥、蔣妹妹買同一棟樓房，郭媽媽當仲介人，依每人所買房屋的金額抽 20%，已知孫弟弟：莫那哥哥：蔣妹妹被抽的金額比為 10：4：2，請問三人所買的房價比？」

「呂媽媽第一次到台灣，孝順的女兒小潼想幫年邁的媽媽兌換錢幣，到了銀行，牆上寫著：10元的蔣公可兌換2個5元及10個1元，而50元可以兌換5個10元，小潼身上恰巧有4個50元，他想買份178元的洋娃娃給媽媽，請問該兌換幾個10元？幾個5元？幾個1元？才能剛好買到此物品？」

B.好奇心

動機在創造力中扮演著生命活力的角色，當一個人對週遭事物有強烈的好奇心，就愈有追根究底的精神，也更能深入探索其奧妙，例如在畢氏定理中，學生完成學習單後，有這樣的反應：「學習單可以把坐標觀念和個性連結在一起，還沒測之前我覺得一定不準的，但測完之後還真準，真是太神奇了，我要好好研究一下為什麼會有這種結果。」「這樣的活動很有趣味性，有種衝動想要快點寫完它，第一次對數學有這麼多的熱忱！」此外，學生更付出實際探索之行動，例如 S26「做完這樣的活動，我非常好奇為何會有這麼準的結果，後來我再觀察這樣的學習單，我發現從第一題就一直答錯的人，最後就是類型A，就是俗稱的低能，而我是從一開始就都答對，就是類型E，哈哈，就是最高能的！」

C.想像性

營造一個自由開放的教學環境，讓小組充分討論，能暢所欲言，發揮想像空間，有助於表達其創意想法，例如在「乘法公式」中，老師要學生用故事來說明 $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ 、 $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ 及 $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$ 的公式，學生在充分自由的討論情境下，有了這樣的創意：

「 $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ，可叫做全家福公式，因為一個爸爸和一個媽媽，共兩人組成家庭，家庭中有一個爸²、一個媽²加上兩個孩子恰恰好。」

「 $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$ ：爸爸和媽媽吵架，和新媽媽結婚，和舊媽

媽離婚。」同樣的公式，亦有小組提出「爸²和媽²結合後又分手」，以及

「爸²原本想要丟掉媽²的照片，後來反而拍了一張兩人合照和一張無他們兩人的照片。」

「 $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ ，一個爸和一個媽²，失去了兩個寶寶。」

就在這樣分享的過程，某一組突然發言「我們想以老師作主角，可以嗎？」

「可以。」於是有這樣的產出：

「郭媽蓋一座邊長為 $(a+b)$ 的正方形花園，今日孩兒不孝拿走兩塊面積為 ab 的部分，請問剩下的面積為多少？請用式子表示出來。」

「今日小潼從郭爸面積為 a^2 的金塊中A走了面積為 b^2 的金塊，請問剩下的金塊面積為多少，並因式分解！」

「王老先生有塊邊長為 a 公尺的地，他想在內部蓋一座邊長 b 公尺的花園，請問還有多少地可以利用？」

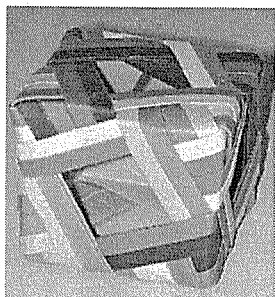
學生的想像力若能擴展到其他課程或事物，而不限於數學內容，這也是創意的表現，亦是研究者所期待。由於合唱比賽時間恰在研究階段，班上選定的歌曲為「Sun rise, sun set」，學生事先徵得老師同意，在數學課討論如何發揮創意，以下為對話內容：某組提出「可以製作一個太陽，拿高拿低，來表示Sun rise, sun set.」「這樣不夠搶眼，可以再配上動作啊！」「配上動作要台上看得清楚，就要一整片才明顯」「那不然每個人手上也拿一個！」「既然要拿，那就可以貼在手上，做動作時可以看見。」「巧克力很愛動，再配上他扯鈴上上下下，更能讓人想像rise, set的感覺！」「扯鈴旁邊也貼上太陽就更一致了。」「就降！」

比賽結束後，同學反應「這些太陽很漂亮，丟了太可惜，貼在牆上佈置，老師，可以嗎？」「OK！」「我來貼！」，貼了兩個，隨即有人反應「不要貼平平的，既然是Sun rise, sun set.」「我們也可以高低起伏，最後漸弱就如止水，最後就平的，我們真是有創意啊！」

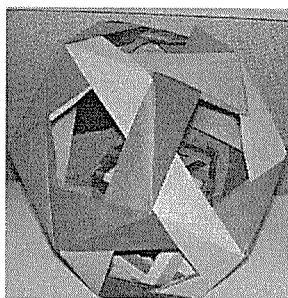
D.挑戰性

愈能面對挑戰，就愈能尋求更多的可能性，面對障礙時也愈能深入探究，如

在「畢氏定理」單元，學生利用12張色紙完成六面體，隔天有同學跑來找研究者，「昨天上課的時候，小組用色紙完成六面體（圖十四），我感到非常有興趣，後來我看到十二面體的圖我感到非常好玩，就試著玩了一下，但和昨天的方法有點不同，剛開始失敗了，後來姊姊一起幫忙，最後終於完成了，老師，這就是我的作品喔！我在裡面放了一個六面體，這樣比較特別，好有成就感喔！（圖十五）」另外一位同學則告訴老師：「為了想表現創意，所以思考好久，最後決定在裡面放一個小的，上面再設計一隻紙鶴，我媽媽說好漂亮喔！」如圖十六。



圖十四：六面體



圖十五：十二面體



圖十六：創意造型

再者，畢氏定理中，學生檢視自己的數學程度與個性，也有這樣的反應：「我覺得數學方面是一位頂尖的高手，好像不太適合我，但經過這些活動後，我會為了達到這樣的目的，不惜一切拼命朝目標邁進，這種想法愈來愈強烈！」

二、多元智慧教學現場之困境與解決之道

有關在多元智慧教學現場的任何狀況，研究者時時以教師的省思札記與會議討論的方式記錄並進行討論，茲將困境及解決之道歸納如下：

（一）小組成員影響活動態度：在分組方面，研究者一開始的想法是希望顧及彼此感情，各組自行找六~七人，讓討論較活絡。然而，實施兩節後，立即發現有一組完全無法進行討論，另一組則各做各的任務，沒有太多對話，因為班上低學習成就或人際關係較弱的學生大多集中於此，這些孩子普遍信心不足且學習動機低，研究者遂於下一節調整各組成員，並以顏色編組活動（呂虹毅，民92），兼具情感與程度的分組方式，於是各組均能參與討論，且彼此有良性競爭，討論後各組也樂於展示其成品，主動分享，縱使最後成果自己並不是那麼滿意，但皆表示這樣的分組方式讓他們收穫良多，以下是學生們對分組討論的看法：「想法較

多，討論後能更清楚該往那個方向去解題；每個人能發揮自己的長處，較容易找出正確的答案且樂趣較多；發揮團隊互助的精神，並訓練溝通及領導能力，促進同學間集合智慧並完成同一目標，凝聚向心力；有大家的分工，可以讓題目解得更快；可以融入更多的想法與創意；三個臭皮匠勝過一個諸葛亮，集思廣益；有人幫忙想答案很好比較輕鬆，用團隊合作的力量完成，速度快想法多也較準確」，在這過程中，研究者也從中成長許多。

(二) 時間問題：本研究的教學設計，每個單元要融入八大智慧，要同學操作、編詞曲、到校園進行觀察、又必須顧及孩子段考成績等，要跟上教學進度著實不易，若將這些活動當成回家作業，又失去討論精神，且多數同學課後要補習也有困難性，剛開始心理的壓力不小，於是研究者在研究階段將數學選修課及第八節課輔拿來運用，希望讓教學品質不因時間而受影響或打折，有一次某組因討論的非常熱烈，下課鐘響竟主動詢問研究者「老師，我們快好了，快有共識了，可不可以再給一些時間」，孩子的熱忱給了研究者莫大的鼓舞。

(三) 部分智慧的引導仍待加強：雖然研究者事前已參與相關課程之研習，整體課程的規劃並無太大問題，且有同儕及教授可供詢問，但在音樂智慧，研究者的設計就較為死板，大多是將單元內容改編成歌詞，或許研究者的引導或專業有限，學生在音樂智慧的成品也相對的少，例如僅兩組將乘法公式及畢氏定理將所編的故事以「小星星」、「兩隻老虎」唱出來，在「比與比例式」，僅有一組拍手合唱「小星星」，說明全音符、二分、四分、八分音符時間之比例，雖贏得熱烈掌聲，但也僅此一組，因此下次可請教音樂老師，以增加音樂智慧的活潑性。

伍、結論、建議與省思

一、結論

本研究經三個月多元智慧教學，並將資料經過質性分析後，可獲得以下結論：

(一) 多元智慧融入數學教學，能激發學生創造力：本研究所設計的多元智慧教學方案是參考國內外智能結構所發展出的課程模式與教學策略，研究發現大部分學生喜歡教師以多元智慧融入數學課的教學方式，認為這樣可提高其學習興趣，

且小組充分討論能增加對內容瞭解並激發創意，尤其在提高學生流暢、變通、獨創、與精進力方面皆有行為表徵及具體產出。

(二) 教學情境的佈置與規劃，可激發學生創意：營造一個自由開放的空間，學生可充分發揮想像力，透過豐富的教具讓學生實作，或於教室成立作品展示區彼此觀摩，可讓孩子的想法更多元並開發其多元智慧。

(三) 教師的鼓勵與回饋對學生創意的提升，有潛移默化的影響。

(四) 教學現場中，對於較難引導的智慧（如音樂）進行教學，可請教跨領域教師，或進行協同教學。時間若因授課時數不足，可彈性調整或選擇其中某幾個智慧進行。

在研究限制方面，由於本研究樣本數僅為74名國中生，且研究著重於學生創造力表徵之質性描述，此外學生討論能力差異甚大、某些智慧平常並不習慣使用等，均是實施此多元智慧教學的限制，故結果不宜進行過度之推論。

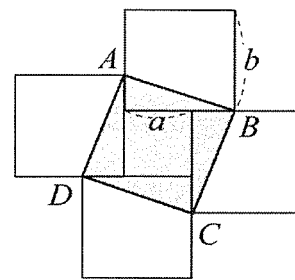
二、建議

(一) 教育應用方面：本研究發現以多元智慧融入數學科教學，能激發學生的創造力，亦能提升學習興趣，日後可推廣此教學方案，供其他教師運用。此外，亦可以同樣方法規劃其他單元，編製更豐富的課程內容，繼續研究與改進。倘若時間有限，授課時數不足，可至少採三個以上的智慧進行教學。

(二) 未來研究：創造力的培育已成為全世界重要的教育目標，以多元智慧教學是可採行的方法之一，若能成立重點學校，由幼稚園、國小到國中了解實施成效，或尋找其他領域教師協同教學、或針對相關內容與其他領域統一規劃課程，並追蹤教學成果，皆是未來可努力的方向。

三、省思

(一) 時時保有一顆研究的心：在研究過程中，研究者為了收集任何蛛絲馬跡，往往具備了一顆詩人的心，舉凡學習單、作品、與學生的互動、訪談等，莫不細心加以追問及記錄，無形中讓師生的情誼及互動更進一層，也讓教學更為愉快。當教師時時留心，便會發

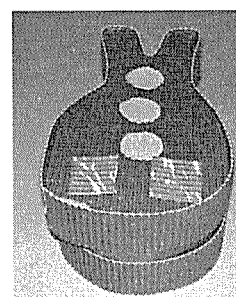


圖十七

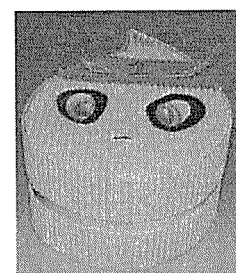
現學生的創意有時不一定是來自於設計好的課程，在瞬間那種靈光一閃若獲得鼓勵與讚賞，學生將更樂意發揮創意。例如第二次段考結束後，教師例行性發下段考考卷，有位學生看到考卷上如圖十七的圖形立即脫口說：「四邊形 $ABCD$ 可用 5 個正方形拼出來，中間放一個正方形，另外 4 個分成兩塊 & 兩塊，沿對角線切下去，可得到 4 個三角形，就能拼出來！」許多同學抱以佩服的眼光，接著又有同學說：「噢！這不就是上課時小組用五個連續正方形拼出的大正方形嗎！」諸如此類的想法很多，未必何時出現，但把握適當的時機予以鼓勵並切入創造力，都會讓師生獲益良多。

(二) 討論的技巧有助於釐清學生思考：研究者希望營造一個自由無壓力的情境讓學生討論，在教學中確實發現許多學生很勇於表達自己的意見，但對於所提出的想法卻說不出道理，有時研究者會不經意的說：「好棒喔，這是怎麼來的？」結果學生往往笑著說「用猜的！」這時研究者會再補上一句「想想看喔，你們的想法，別組還想不到，只要再討論一下，絕對難不倒你們的！」，接著各組便不甘示弱的討論起來，許多創意思考也隨之而來，因此適時對各組的討論給予讚美與肯定，將有助於釐清學生思考。

(三) 教室情境的規劃，有助於發展創造力：以往教室佈置都是一開學完成，學期中並不做任何更動，但此次研究者配合實驗的四個單元佈置相關素材，並增添圖書設備，亦成立作品展示區供同學觀摩。在這過程中，研究者發現學生透過觀摩他人的作品，常常會激起另類表現呈現其獨創性，例如學生看到同學發揮創意完成如圖十四的六面體，又有同學完成如圖十六的作品。至於教室張貼的海報也能讓學生常發表



圖十八



圖十九

自己的想法，例如學生在家政課設計盒子，引進線對稱觀念製作，完成後置於作品展示區（圖十八），此舉讓另一位將黃金比例概念引入的同學將作品展示出來（圖十九）。因此透過情境佈置，學生分組討論及團體創作更能讓產出達精緻性，

若能交互利用，對學生的創造力將有更大助益。

(四)讚美與鼓勵是誘發創造力的來源：教學過程中，許多低成就的學生對自己所發表的言論自信不足，每每要問「這樣做可以嗎？」當研究者抱以鼓勵欽佩的語氣說：「這個想法很棒喔！」，孩子們會用訝異的眼神看著我「這樣也可以，那我還可以再加一點東西。」，諸如這樣的例子層出不窮，也讓研究者體會到將每個孩子都帶上來的喜悅與滿足。

參考文獻

- 呂虹毅(民92)。發展價值導向的一元一次方程式教學模組之研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 吳靜吉(民65)。分歧式和連鎖式的聯想訓練對創造思考的影響。國立政治大學學報，4，6-12。
- 周宏(2002)。多元智能。中國大陸中央民族大學出版社。
- 林幸台(民62)。創造性教學對資賦優異者創造力的影響。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文。
- 林哲鵬、陳世佳(2003)。課程設計與學生創造力-以投資學為例之行動研究。教育科學期刊，(3)1，27-56。
- 施建農(1998)。創造力的發展與培養。中國大陸科學院心理研究所，發表於海峽兩岸資優教育學術研討會手冊。
- 陳伯璋(1998)。教育研究的新取向--質的研究方法。台南：南宏出版社。
- 陳英豪、吳裕益、簡真真(民73)。創造思考與情意的教學。高雄：復文。
- 陳亮宇(民92)。自然科多元智慧教學對國小學生科學創造力的影響。國立台中師範學院自然科學教育學系碩士論文。
- 陳龍安(1994)。創造思考的理論與實際。台北市：心理出版社。
- 教育部(2001)。創造力教育白皮書。台北：教育部。

- 郭俊賢、陳淑惠譯(1998)。多元智慧的教與學。台北：遠流。
- 葉玉珠、吳靜吉、鄭英耀（2000）。影響創意發展的個人特質、家庭及學校因素量表之發展。國科會整合型計畫部分結果報告（NSC 88-2519-S-004-001-C）。
- 楊坤原（2001）。創造力的意義及影響因素簡介。科學教育月刊，239，3-12。
- 甄曉蘭（2003）。課程行動研究－實例方法與解析。台北：師大書苑。
- 潘慧玲主編（2004）。教育研究的途徑－概念與應用。高等教育。
- 賴慶三（2002）。師院地球科學課程與教學中的創造力與批判思考能力之探討。國立台北師範學院學報，15，337-374。
- Amabile, T. M. (1988) A model of creativity and innovation in organization. *Research in organizational behavior*, 10, 123-167. Greenwich, CT: JAI Press.
- Collins, M. A., & Amabile, T. M. (1999). *Motivation and creativity*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. (pp. 297-312). Cambridge., UK: Cambridge University Press.
- Cronin, L.L. (1989). Creativity in the science classroom. *The Science Teacher*, 56(2), 34-36.
- Csikszentmihalyi, M., & Wolfe, R. (2000). New conceptions and research approach to creativity: *Implications of a systems perspective for creativity in Education*. In Heller, K. A., Monk, F. J., (eds.) (2000), *Handbook of Gifedness and talent*, 81-94. NY: Elsevier.
- Feldman, D., H., (1999). *The Development of Creativity*. In R.J. Sternberg(Ed), *Handbook of Creativity*(pp.169-186). Cambridge: Cambridge University press.
- Firestien, R. L., & Lunken, H. P.(1993). Assessment of the long term effects of the master of science degree in creative studies on its graduates. *Journal of Creative Behavior*, 27(3), 188-193.
- Gardner, H. (1993) . *Multiple Intelligences: The theory in practice*. NY: Basic Books.
- Lazear, D. (1999). *Eight ways of teaching: The artistry of teaching with multiple intelligences*. Third Edition, K-College.
- Maker, C. J. (2001) . Discover: assessing and developing problem solving. *Gifted*

Education International, 15, 232-251.

Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination*. New York: Scribner.

Rhodes, M. (1961). *An analysis of creativity*. Phi Delta Kappan.

Sternberg, R. J. & Lubert, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.

Williams, F. E. (1980). *Creativity Assessment Pocket (CAP): Examiner's manual*.

Austin, TX.: Pro-Ed.

評審意見：

1. 研究主題新穎，以多元智慧融入數學教學，並探究其對創造力的影響，是一個很有意義的主題。
2. 文獻探討豐富、研究方法恰當、研究內容充實，兼具實用性與基礎性。
3. 建議將此方法應用在別的單元，繼續進行研究，方能看出長期的效果。
4. 以多元智慧融入數學教學的研究，可以更深入思考多元智慧中有哪些智慧與數學特別融合，哪些可做為配角。對於數學學習的影響，可多探討數學教育界比較在意的『數學能力』，而非創造力。