

一堂熱鬧的數學課--談專家教師的數學教學

黃芳玉

嘉義大學數學教育研究所

摘要

本研究主要目的是分析一位國小六年級的專家教師，如何在數學教學情境當中，引發學生進行有意義的討論與學習。研究結果顯示，教師能夠彈性的運用佈題、討論、歸納的教學循環模式，引導學生從討論、互動當中建構數學概念。

關鍵詞：討論、溝通、社會互動、數學教學

壹、前言

在傳統的數學教室當中，教師習慣依照數學的邏輯順序來教學，特別強調計算以及公式熟練的重要性。這種以教師講述為主的單向傳輸教學，學生只要被動觀察與模仿教師的教學，以進程序性的運算，往往可以在制式的數學測驗當中，達到立竿見影之效。然而，在學生能夠快速解題並且得到高分的同時，我們不禁要懷疑學生是否能夠理解數學概念背後的真正涵意？是否真正的進行有意義的學習？又是否能夠對於數學懷有一份學習的熱忱呢？

爲了讓學生能夠有意義的學習數學，國內不斷的在進行數學教育改革，在九年一貫數學學習領域當中，強調培養帶得走的能力，主張生活化、意義化的學習（教育部，2000），期望讓數學成爲一種生活當中的必備能力，而不再只是零碎片段、枯燥無味的死知識。美國數學教師協會(NCTM,2000)在其出版之「學校數學課程之原則與標準」(Principles and Standards for School Mathematics)當中，把解題、推理、溝通、連結、表徵列爲數學課程的標準，並且期望學生能夠經由溝通互動的過程建構數學知識，因而使得討論式的互動教學，在數學教室當中更顯得重要（NCSM,1989; NCTM,1989, 2000; NRC,1989）。有許多的研究指出（Johnson & Johnson 1989, 1992; Qin, Johnson, & Johnson,1995; Bassarear & Davidson,1992; Artzt & Newman,1997; Davison,1985,1990; Slavin,1990），同儕之間或是師生之間透過相互的討論、溝通意見、經驗分享、探索相關數學知識，不但能夠讓學生監控彼此的想法以及解題的歷程，還能夠有助於學生發展批判性思考、高層次認知以及解決問題的能力。

要讓討論式的數學教學發揮最大的功效，教師扮演了非常重要的角色。如何在教學當中適時的營造出討論的契機，讓學生能夠勇於伸出學習觸角與他人互動，是最主要的關鍵點。因此，研究者在一個國小六年級的數學教室做課室觀察，分析一位專家教師如何在教學中引發學生進行有意義的討論，而得以讓學生從中建構數學概念，並且據此提出研究之結論與建議，以作爲數學教育相關工作者改進課程與教學之參考。

貳、討論式數學教學的重要性

傳統的教學模式主要是教師單向的傳輸知識，教學的重點比較偏向於例行性問題的算則練習，並且強調數學問題解法的一致性，這樣的教學模式能夠讓學生在最短的

一堂熱鬧的數學課--談專家教師的數學教學

時間之內，對於學習的教材內容有一定程度的精熟。傳統式的教學模式確實有其教育功能與價值，然而，在這樣的教學模式之下，對於學生的數學學習還是有一些問題存在。部分研究結果（楊德清，2000； Brenner, Herman, Ho, & Zimmer, 1999; Cai, 2001）即顯示，雖然學生能夠做精確的計算，但是卻無法與問題情境做連結，從事有意義的思考。這或許是因為學生長期接受如此權威、制式的訓練之下，經常是沒有時間也沒有習慣對於問題作進一步的思考，使得數學對他們而言亦不過是一些毫無意義的符號與運算。

以往數學的學習視為是個人的工作，一個人憑著紙、筆或是電算器，孤獨的為了解決數學問題而奮鬥不懈，在解題過程中學生不是遇到了無法即時解決的困難，就是無法發現自己的迷思概念。學生因此經常處於一個挫敗的情境之中，久而久之就把學習數學的興趣磨掉了。而討論式的數學教學提供了學生與他人互動的機會，透過訊息的直接交流以及立即性的回饋，不僅僅能夠幫助彼此瞭解學習的重點，更能夠從中不斷的挑戰彼此的想法，促使認知更加精緻化。

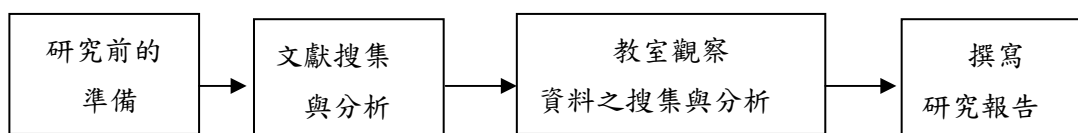
近年來數學課程改革，朝向培養創造思考、理性判斷、解決問題的方向前進。在九年一貫數學學習領域當中（教育部，2000），提到數學學習活動應讓所有學生都能積極參與討論，明確表達自己的想法，並且從中增進合理判斷的思維與理性溝通的能力，使其在社會互動的過程中建立數學知識。也就是說學生數學知識的獲得，不再只是個人單打獨鬥的結果，還能夠透過群體討論的方式，釐清數學概念並且提昇高層次的思考能力。

教學活動應該是一種師生透過語言溝通以及問答討論的互動歷程（黃幸美、陳淑茗，2001），因而有效的數學教學除了要瞭解學生的先備知識、需要學習的內容之外，還必須營造一個民主開放的討論環境，讓學生的自然想法與創意思考有其發展的空間。NCTM（1989, 2000）建議教師應該要提供學生豐富的討論、溝通與發表的學習機會，讓學生在探究問題情境、討論解題策略、處理解題過程當中所遇到的困難、思考整個解題過程的同時，能夠建立起舊知識和新知識之間的連結，進而調整自己的認知基模以建構出新的數學概念。

參、研究方法

一、研究流程

本研究採取質性研究的方法，透過教室觀察的方式來蒐集資料，並且將資料作進一步的分析歸納，最後據此撰寫研究報告。



二、研究參與者

專家教師：

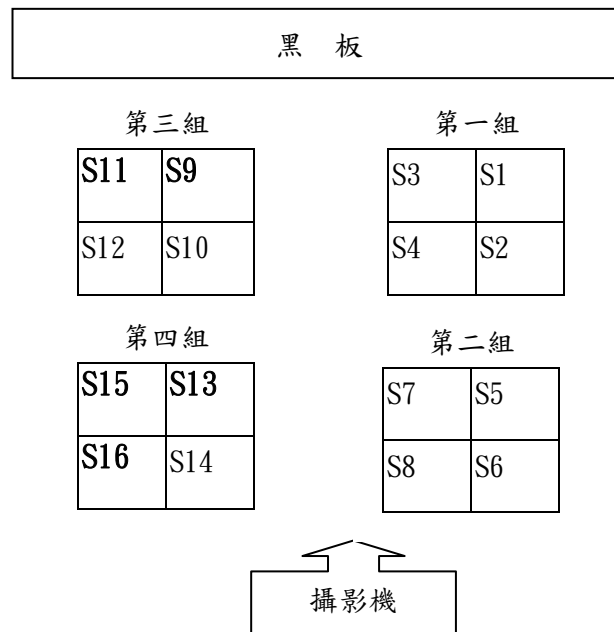
所謂的專家教師是指具備專業知識，在教學方面有良好的教學技巧，在班級經營方面有豐富的實務經驗，並且能夠不斷的進修與思考問題（張景媛，1997）。本研究參與之專家教師是一位資深的國小資優班數學老師，任教年資 16 年，目前在數學教育研究所進修當中。他的個性開朗、隨和，非常喜歡學習新的事物，在教學方面更是認真盡責，尤其對數學科的教學充滿了無限的熱誠。他善於運用對話的方式來進行教學，以提昇學生學習興趣為前提之下，營造出溫馨的班級討論文化。此外，當學生遇到學習困難的時候，更能夠運用不同的說明方式，或是調整問題的難度與形式，一步步引導學生進行思考。這種能夠在教學當中應變的能力，被視為是專家教師所獨有的能力。（張景媛，1997）。

學生：

台南縣某國小六年級資優班的學生，全班共 16 人（男生 5 人，女生 11 人）參與本研究。該班學生大多活潑好動，喜歡具有挑戰性、思考性的活動，並且樂於提出自己的意見與看法。值得注意的是該班學生屬於一般學術資優，並不是特定的數理資優，而且從二年級甄選之後就未再重新編班，所以每一個學生在數學科方面的表現仍然存在差異性。

三、研究現場

良好的小組座位安排有助於小組成員相互的討論，提昇學習的效果。圖一是小組座位的規劃，S1-S16 代表學生的編號，黑體字則是代表男生。



圖一 小組座位之安排

四、教學活動設計

(一)活動目標：

- 1、透過實測與討論，能夠知道相似圖形的性質。
- 2、能夠找出生活當中，具備相似性質的東西。

(二)活動時間：一節課，40 分鐘

(三)適用年級：六年級下學期（配合縮圖與比例尺之單元）

(四)教師準備：平面圖形之圖卡 20 張、立體圖形 8 張（如附件）

學生準備：尺、量角器、一組相似的東西。

(五)活動流程：

1、準備活動

◎分組報告預習的結果。

2、發展活動

◎小組討論，將 20 張平面圖形卡片加以分類

- ◎全班討論形成將圖形分成四類之共識
- ◎教師引導學生去探討相似圖形的性質
- ◎小組活動，找出「非相似」的圖形
- ◎分組報告與討論

3、綜合活動

- ◎檢視自己所準備的相似物是否能夠稱為「相似」

五、資料的蒐集與分析

透過錄音、錄影以及研究者的現場記錄來蒐集資料。在教室觀察的時候，研究者並不介入教師的教學活動，而是以一個「非參與觀察」的角色，從旁觀察與記錄教師的教學、學生的學習、以及師生的互動情形。在教室觀察之後，立即與教師做課後的簡短晤談，從而瞭解教師的教學設計、教學理念以及教學心得。

研究者將錄音、錄影之資料轉譯成文字，接著將資料加以編碼與歸類。T 代表教師，S1-S16 則是分別代表每一個學生（如圖一），並且依照教學活動的實施過程，將資料歸類為準備活動、發展活動、綜合活動三個部分，藉以進一步對研究情境做深入的分析。

研究者一方面將教室觀察資料與訪談記錄相互比對，目的在於完整、詳實的描述研究現象，並且多方面的檢視研究發現是否一致，以進行資料來源之三角校正。另一方面透過與指導教授、參與教師、研究相關主題之研究生相互討論，對於文件以及轉譯資料進行分析者的三角校正。

肆、教學活動之實施與討論

教學活動是整個班級互動、辯證與建構知識最精采的部分，本研究以教學活動的實施過程為主軸，探討教師如何在教學中引發學生進行有意義的討論：

一、準備活動（分組報告）

在傳統的數學教室當中，教師會將新的學習單元做一說明，有系統有組織的把課程內容逐一做詳盡的介紹，使得學生普遍缺乏事先預習教材的習慣，總認為新的教材必須要老師教過了之後才能夠看得懂。本研究之專家教師(T)在教授新的單元之前，即指派小組作業，讓小組利用課餘時間做課前之預習與討論，並且在課堂上分組報告。

（T 是指教師；S 指學生）

T: 上一節課請大家先預習這一課，那現在哪一組要上來告訴大家這一課在說些什麼？好，第三組。

S12: 如果有一個很大的東西，你要把他縮小，你要怎樣畫，才能夠把他縮小成和原來的圖差不多。

T: 他說這一課是在告訴我們說，我如果要把一個很大的圖要把他縮到跟他樣子很像的，他是在指導我們畫圖的方式，是不是這樣？ok！好！下一組，誰上台？很簡單的說，這一課在告訴我們什麼？

S16: 如果要算地圖上的那種實際長度嘛，就是看地圖上寫縮放的倍數，量出地圖上是多少公分，再乘上縮放的倍數，就是實際上的那個長度。

T: 他所介紹的是什麼東西？

S(許多學生同時回答): 比例尺！比例尺！

教師與台下的學生同處於傾聽者的立場，並且在聽完每一組的報告之後，再將重點做一摘要式的總結，或是利用問句的方式來檢視台下的學生是否專心聽。教師首先歸納出 S12 所報告的重點以作為示範，並且在 S16 報告之後反問其他學生，期望學生能夠抓住 S16 所報告的重點部分。在此顯示了教師的教學技巧是彈性而富有變化的，時而自己做出重點式的摘述，時而把歸納的工作在不知不覺當中轉交給學生。此外，學生透過上台對著全班做口頭報告，能夠將自己所知道的教材內容再加以陳述一遍，這是一種對記憶中的資訊，進行認知重構或是精緻化的處理歷程。

二、發展活動

1、圖形分類（小組活動以及全班討論）

教師將 20 張平面圖形散亂的貼在黑板上，學生看到這麼多圖形雖然紛紛發出驚嘆聲，事實上卻是早已摩拳擦掌躍躍欲試。教師在此並不告訴學生需要分成幾種類型，只是要學生把認為長得很像的放在一起。第二組學生分類的結果是三類，一類是梯形、一類是平行四邊形、最後一類是正方形和菱形。教師並不直接告訴學生正確的答案，而是尋求班上其他學生的意見。

T: 有沒有誰有別種分法，你覺得說他們把這些靠在一起(正方形和菱形)，你同意嗎？

S9: 不同意

T: 不同意，好，這一組上來修正

全班：(哄堂大笑)

T：你不同意最大聲

T：沒關係試試看，ok！你們兩位（第三組的兩個男生 S9、S11）

S9 和 S11 把菱形移到平行四邊形旁邊，對於平行四邊形和菱形進行討論。教師發現學生對於梯形和正方形的分類是一致的，但是對於平行四邊形和菱形似乎存有爭議，因此，教師在此明確的說明，希望學生將兩雙對邊不一樣長的劃分為平行四邊形；將四個邊看起來一樣長的分類為菱形，並且將此一工作交由第一組負責。

T：我的目的是把他找成這邊是梯形、這邊是平行四邊形、這邊是菱形、這邊是正方形。

如果說我要把他分得更仔細一點，老師要的平行四邊形是一邊比較長一邊比較短的那一種，可不可以把這一組再區分一下（平行四邊形的那一組太多了）。第一組還沒上台，上來試試看。

第一組在台上分類的時候，S9 脫口而出的一句話引爆了全班熱烈討論，雖然是一個意外的插曲，但是從中可以發現，學生能夠勇於提出自己的疑問，而其他的同學也能夠給予即時的回饋，在輕鬆愉快的討論氣氛當中，讓每一個學生有釐清相關數學概念以及調整自己認知結構的機會。

S9：老師，四個邊一樣長的不一定是平行四邊形！

T：四個邊一樣長的不一定是平行四邊形，這一句話怎樣？

S9：不一定就是菱形，他是正方形

T：恩奇（假名）講四個邊一樣長的不一定就是菱形

S（許多學生同時回答）：哪裡！哪裡！一定都是啊……（議論紛紛）

S5：他的意思是說正方形他也都是四個邊一樣長

S16：一定都是啦，正方形也算是菱形的一種

T：同意嗎，正方形也算是菱形的一種，四個邊一樣長的就是……

S9：抗議，我抗議

T：抗議什麼？

S9：沒有！

全班：（笑聲）

教師並不直接回答 S9 的問題，而是把問題再拋出去讓全班同學思考。我們可以發現在教師的引導之下，不但 S9 本身不斷的在修正自己的問題，而且得到許多同學的熱烈回應，像是 S5 就把 S9 所要表達的意思再歸納出來，而 S16 則是直接點明了「正方

形也算是菱形的一種」的數學概念。

2、相似圖形的性質（全班討論）

(1)探究角度關係

教師先拋出問題讓學生進一步思考，探究相似圖形所需要具備的條件。

T：如果今天我給你兩張圖形，要怎樣判斷他們是相似？

S（許多學生同時回答）：第一眼的感覺！哪會準啊！角度！量角度就可以了……（議論紛紛）

T：用什麼東西量？

全班：量角器！

接下來教師拿出梯形 1 與梯形 20，期望學生能夠從實際的例子來說明，如何檢驗兩個相似圖形的具體方法：

T：我們這兩個（拿出兩個梯形）

你能不能告訴我們這兩個是相似？

S4：可以把兩個拿來比較

T：好，怎麼比？

S（許多學生同時回答）：疊在一起！

T：怎麼疊？好哪一位要上來疊疊看？

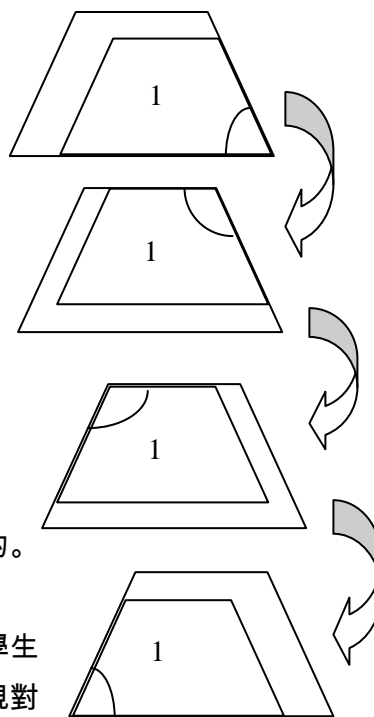
S4：疊成這樣（1 號在上面，20 號在下面）

T：你的方法是這樣疊，你怎麼知道他是相似？

S9：他們兩個圖形除了邊不一樣之外，角度都一樣

教師接著依照學生所說的方法，將梯形的四個角分別加以重疊，讓學生從視覺上能夠看出完全疊合，也就是經過比對檢驗之後，四個對應角的角度是相等的。

教師接著詢問學生：「剛剛已經疊過了，這四個角度都一樣，我們可不可以說這兩個就是相似？」，結果學生都一致認同，只要角度一樣就是相似圖形，而沒有發現對應邊的關係。因此，教師立即以此為出發點，重新佈題讓學生去察覺相似圖形的另一個重要性質。



(2)探究對應邊的關係

學生都知道相似的條件之一是「對應的角度要相等」，然而教師爲了引導出相似的另外一個重要性質---對應邊成比例，教師並不直接告訴學生答案，而是營造出一個矛盾的情境，造成學生認知上的衝突，進而體認到單憑「對應角要相等」並不能夠據此判斷兩個圖形是否就是相似，而是必須加上「對應邊成比例」的條件。

T：好今天我把他描出來

(在黑板上描出編號 1、20 兩個梯形的外框)

我今天可不可以再畫一個跟他角度一模一樣的梯形？

全班：可以！

T：那畫一個給你看(把 1 號梯形平行的移動)

，你同意我這個 (a) 角度是一樣的嗎？

S (許多學生同時回答)：對啊、一樣啊、可是邊長比較長、邊長不一樣..... (七嘴八舌)

T：你們剛剛說這兩個 (1、20) 是相似，原因是？

S (許多學生同時回答)：角度都一樣大！

T：所以你們說他相似？

那好，我今天舉了這一個例子 (a)，角度都一樣啊

那這一個 (1) 和這一個 (a) 有沒有相似

全班：不相似！

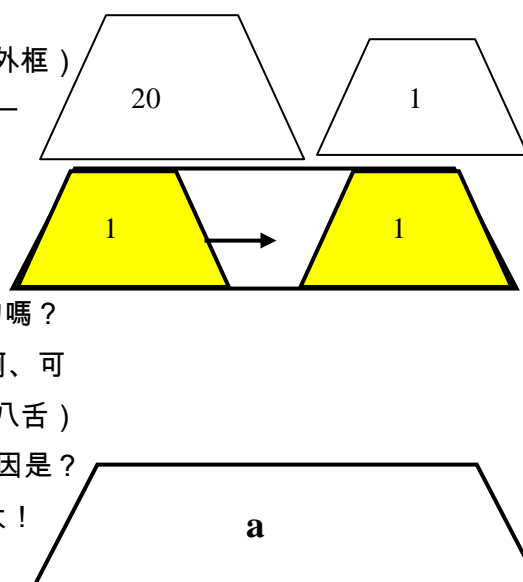
T：為什麼你會認為不相似？

S (許多學生同時回答)：一個太長了、差太多了啦 (議論紛紛)

T：哪裡差太多？

S (許多學生同時回答)：長！

藉由以上的問題情境，以及全班討論的結果，學生已經發現單憑角度相等這一個條件，還不能夠確定這兩個梯形是相似關係。然而，除了對應角相等之外，到底還缺少了哪些條件，我們才可以說它真的是相似呢？以下的佈題是固定角度以及長度，只增加梯形的高度，主要目的是延續上一個題目，增強學生角度相等並不一定就是相似圖形的認知。



S4：那如果長寬一樣多呢？

T：寬？那我可不可以再畫一個，你們認為長差太多了喔。

那我長都畫一樣（把梯形 1 往下拉，畫出對應角相等的梯形 b）

全班：不行啊！太離譜！那邊長要再大一點.....

（議論紛紛）

T：這一個（1）和這一個（b）有沒有相似？

S（許多學生同時回答）：沒有！一點也不像！

學生能夠很快的察覺出梯形 1 和梯形 b 並不相似，所以教師接著畫出梯形 C，梯形 C 和梯形 1 的角度相等，邊長也都加以放大，但是邊長放大的倍數並不一樣，引導學生進一步探究對應邊的關係，期望他們能夠透過全班討論，而能夠歸納出「對應邊必須成比例」的結論。

T：所以你覺得應該要怎樣？長拉長，寬也要不要拉長？

T：好，那像我這樣，我長拉給你看（往右拉一些），你同意嗎？這樣可以嗎？

S（許多學生同時回答）：不會相似！這兩個不一樣！

拉長的長度不一樣！...（七嘴八舌）

S9：底跟高成比例！

S5：拉長的倍數要一樣！

T：比如說我這裡拉長兩倍，那我的高是不是也要拉長兩倍，所以就是說你放大的時候角度是一樣，角度一樣不代表他的形狀是相似，你可能你的邊長也要加倍放大。

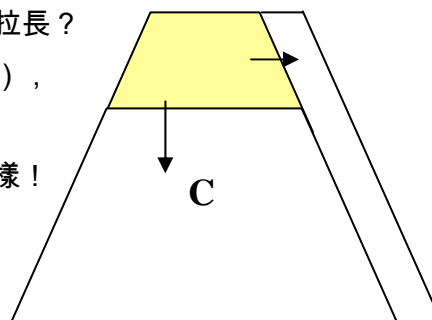
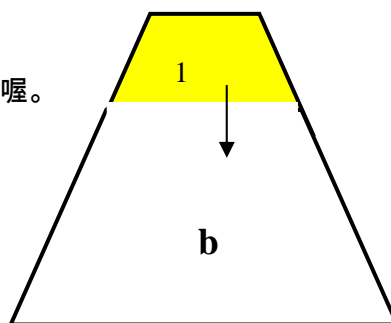
從這一部份的教學活動可以發現，教師的引導就如同搭設鷹架(Scaffolding)，一步一步循序漸進，讓學生在衝突矛盾情境當中，調整自己的認知結構，最後歸納出「相似圖形」具備「對應角度相等」以及「對應邊成比例」兩種性質。

三、綜合活動（全班討論）

教師分別拿出圓柱體圖形卡以及長方體圖形卡（如附件），把課堂上所討論平面圖形的「相似」加以延伸到立體圖形。

T：我們以 A 為主，A 是我們主要的模型，B 跟 A 有沒有相似？

S（許多學生）：沒有、B 太高了！



T：C 跟 A 沒有相似？

S（許多學生同時回答）：沒有！C 太扁了

T：D 跟 A 沒有相似？

S（許多學生同時回答）：D 太瘦了

T：E 跟 A 是不是感覺上是相似，實際上我們可以再去量，那請問一下哪一個跟 B 很像？

全班：D

T：到時候可以去量這著角度。那對於這個立體的，我可不可以只量長和寬？

S（許多學生）：不行！不行！還要量厚度！

經過一系列的討論之後，教師接著要學生檢驗昨天所準備的東西，是否還能夠符合相似的定義。學生所準備的東西非常多樣，有銅板、字典、寶特瓶、毛筆、汽車模型、長方體紙盒……等等，整體而言都是立體的東西。教師引導學生先大略的對於邊長放大倍數做粗略的估計，簡單的做出判斷，並且提醒學生仍需要精確的測量，才能夠確認是否符合數學上的「相似」性質。

在整個綜合活動當中，教師引導學生把數學上的「相似」從二維延伸至三維，並將其運用在檢測生活當中的立體圖形，使得所學的知識得以和實際生活情境做連結，加強學生對於相似的概念。

伍、結論與建議

本研究只是個案研究，因而它的代表性與推論性必須加以保留。然而，研究者綜合上述之教學活動實施結果與討論，仍可提出一些具參考價值的教育反思：

一、結論：

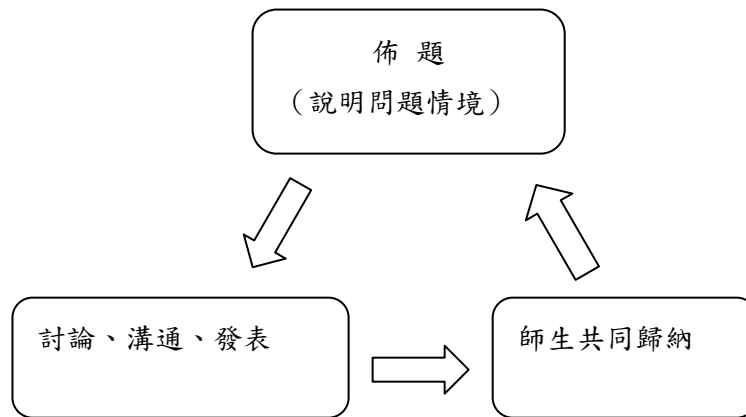
1、專家教師的教學策略

研究發現專家教師（T）的教學模式是佈題、討論、歸納之循環歷程（圖二）。在佈題方面，教師是以一種比較開放的方式來發問，經常使用「你同意嗎？」、「你是怎麼做的？」、「你是如何知道的？」、「你覺得這句話怎麼樣？」這一類的教學問話，有效的引發學生進一步思考與解釋，營造出熱烈的討論氣氛。此外，教師的佈題方式是以學生的先備知識出發，根據學生的回答來加以追問，引導學生去發現其中的數學概念，而不是直接給予正確答案。教師的教學運用了許多 Piaget、Vygotsky 的認

知觀點，藉由衝突情境的解決，提昇高層次的理解。

教師將小組討論以及整班討論交互運用，而學生想到什麼相關的概念或是對於問題有所疑問，都能夠主動的提出來，直接與教師或是全班同學進行溝通。在整個討論的過程，學生不但要聽懂其他人的問題，還要將自己的想法組織之後，說出來與別人溝通。因此，學生不但能夠得到即時的回饋，還能夠促進認知的精緻化。

在歸納的部分，我們可以發現教師並非只是讓學生一直討論，而是時時在引導學生做歸納的工作，從一開始的預習工作、教學中學生的發言與討論的重點、以至於最後歸納出本堂課教學目標----相似的性質，使得學生能夠在討論當中，隨時掌握討論的重點所在，本研究之專家教師能夠靈活運用討論式的教學策略，讓學生能夠透過討論、溝通，綜合歸納出共同的結論，使得師生之間雙向溝通以及同儕之間互動的機會增加，無形中也提昇了班級的學習氣氛。



圖二 教師的教學模式循環圖

2、本研究的範圍與限制

(1)教師方面：

近年來國內之數學教育一直在推行社會建構取向的教學方式，然而，大多數的教師對於如何營造良好的討論文化，以促進學生的數學學習仍然有困難存在。本研究之專家教師非常熟悉教材脈絡以及學生的特質，能夠視情況調整教材的難度、靈活的運用各種教學技巧，有效的運用對話來掌控討論的時間與品質，讓學生能夠在一個輕鬆愉快的環境當中學習。而本研究只針對一個教學活動做觀察與分析，所蒐集到的資料非常有限，如果能夠做長時間期的觀察，將得以更加深入的瞭解專家教師的人格特質

與教學技巧，以及如何在一個新接手的班級當中，建立有效的討論文化。

(2)學生方面：

本研究的學生是屬於一般學術資優的資優班學生，雖然在二年級分班之後就未再重新編班，但是學生整體的素質比起普通班學生而言，具有較高的一致性，學生普遍具有喜愛發問、喜歡新奇且具有挑戰性的事物，一些正面的學習特質，再加上整個班級的學生只有 16 人，因而成爲影響本研究之討論式教學活動實施成效的因素之一。未來的研究對象可以針對常態化編班的班級，探討專家教師如何在一個班級當中統合各種不同能力的學生，引導他們從事有意義的討論。

(3)教材方面：

在六下縮圖與比例尺這個單元當中，課本僅止於圖形放大或是縮小的倍數，並沒有提到「相似」這個名詞，本研究之專家教師考慮到學生的程度，因而加深討論的層次。他先從兩個圖形「長得很像」這一類生活中的語言著手，再逐漸引導學生進入嚴謹的數學語言，也就是對於兩個圖形「相似」之探討。學生很容易發現相似圖形具有「對應角相等」的性質，至於「對應邊成比例」這個判斷是否爲相似圖形的重要關鍵，則是需要教師更進一步的引導。從中我們可以發現這是一個討論相似圖形的「性質」與「定義」的契機，教師基於教學時間的因素沒有進一步的討論，實在是非常可惜。

二、建議：

教室是一個社會的縮影，最適合運用群體的討論互動來增進學生數學學習的興趣。至於如何將討論式的數學教學之優點發揮的淋漓盡致，以幫助學生獲得最大的學習成效，教師扮演了關鍵性的角色。因此，教師不斷進修以充實專業知識與教學技能，是刻不容緩的事。

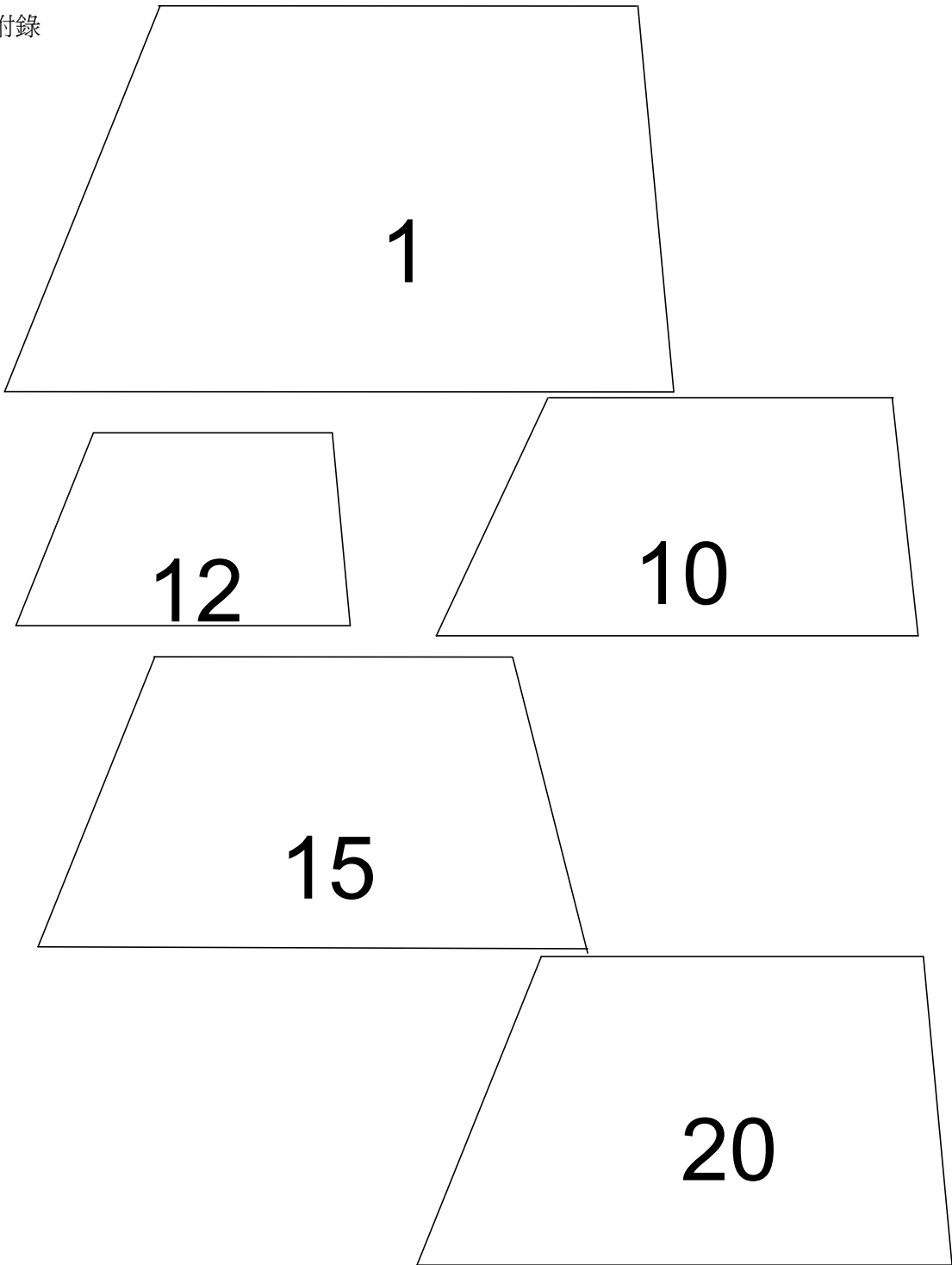
沒有一種教學方式是可以一體適用於所有的教學情境之中，因而教師必須考量學生的認知需求、教材的難度與特性、教學目標，彈性的選擇適當的教學方式。Sowder (1988) 提到：「正確答案並不能做爲良好思考的安全指標」。教師不能夠單憑學生的正確答案去推論學生概念理解的情形。教師應該多多利用溝通、互動的社會技巧，鼓勵學生多去思考問題，並且能夠解釋與說明自己的做法，進一步從中獲知學生的概念發展層次。

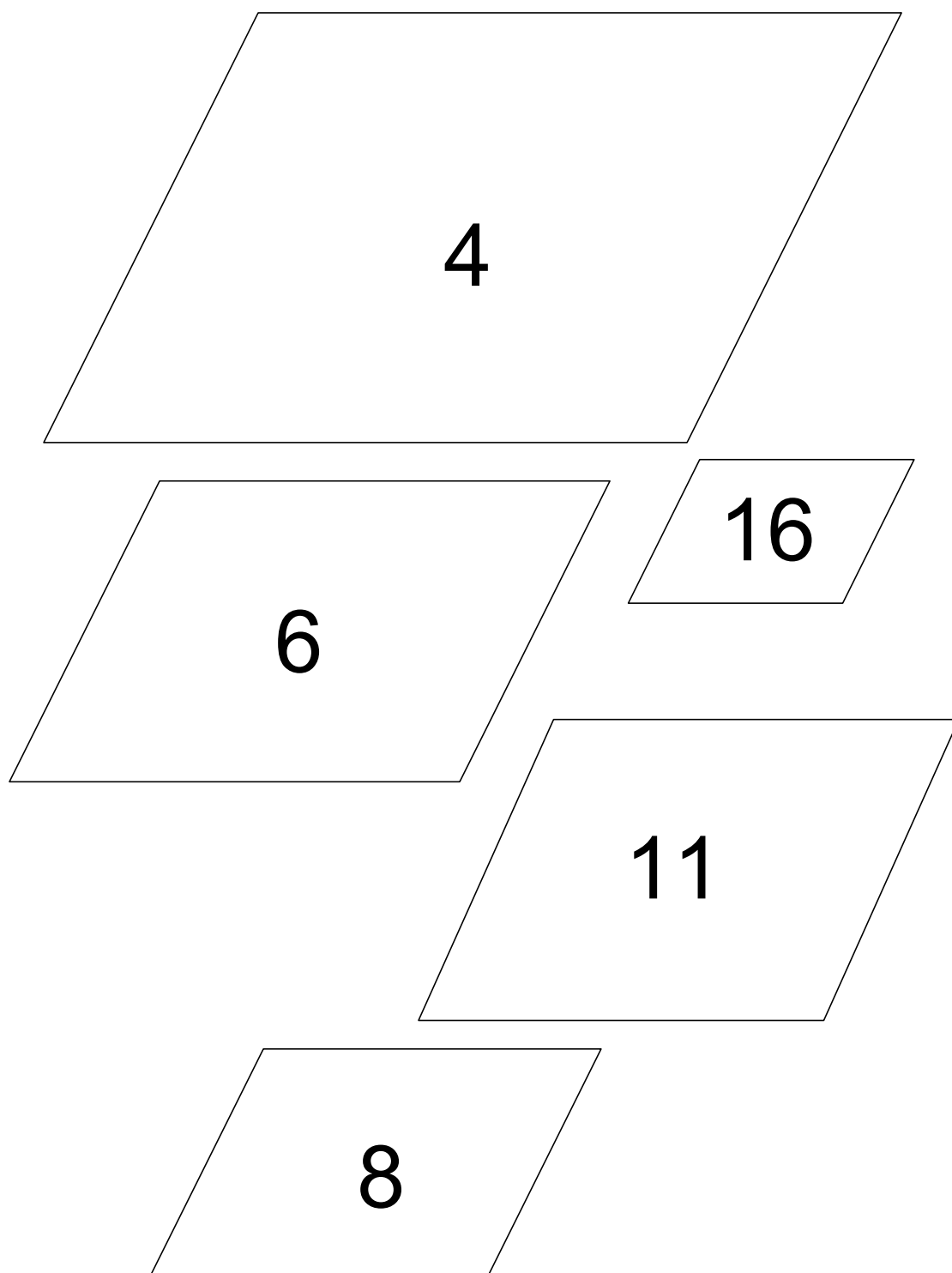
參考文獻

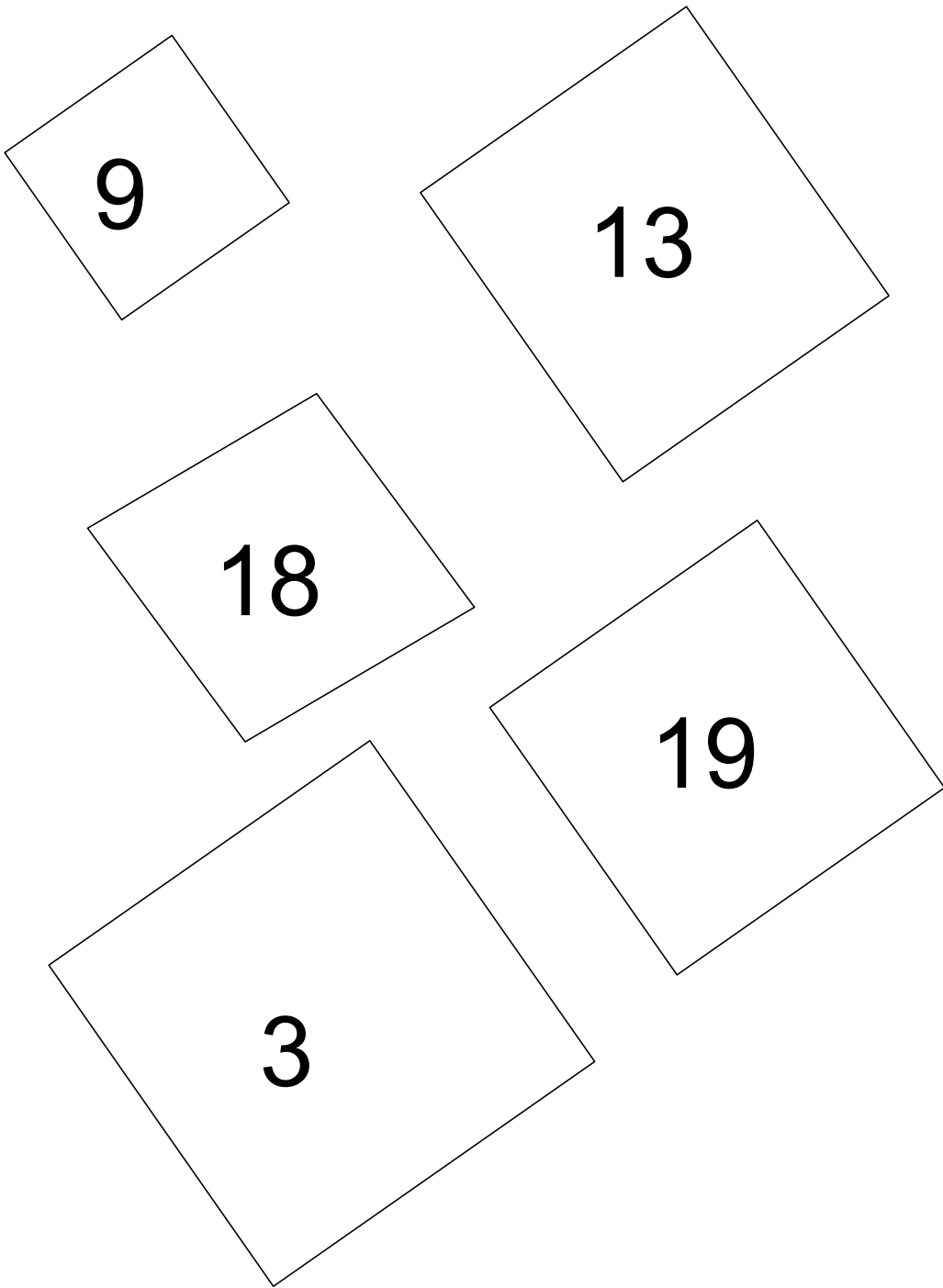
- 張景媛 (1997) : 如何讓新手教師成爲專家教師。 *教育測驗與輔導*, 145, 3008-3010。
- 黃幸美、陳淑茗 (2001) : 淺談安全的討論互動教學情境之建構。 *教師天地*, 111, 27-31。
- 楊德清 (2000) : 國小六年級學生回答數字常識問題所使用之方法。 *科學教育學刊*, 8 (4), 379-394。
- 教育部 (2000) : *國民中小學九年一貫課程暫行綱要*。教育部編印。
- Artzt, A. F. & Newman, C. M. (1997). *How to use cooperative learning in the mathematics class*. Reston, VA: NCTM.
- Bassarear, T. & Davidson, N. (1992). The use of small group learning situation in mathematics instruction as a tool to develop thinking.
- In N. Davidson and T. Worshan(eds.), *Enhancing thinking through cooperative learning*, pp.235-250. New York: Teachers College Press.
- Brenner, M. E., Herman, S., Ho, H. Z. & Zimmer, J. M. (1999). Cross-National Comparison of Representational Competence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (5), 541-547.
- Cai, J. (2001). Improving Mathematics Learning Lessons from Cross-National Studies of Chinese and U.S. Students. *Phi Delta Kappan*, 83,400-404.
- Davison, N. (1985). Small-group learning and teaching in mathematics: A selective review of the research. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. H. Lazarowitz, C. Webb and R. Schmuck(eds.), *Learning to cooperating to learn*, pp.211-230. New York: Plenum Press.
- Davison, N. (1990). *Cooperative learning in mathematics: A handbook for teachers*. California: Addison-Wesley.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition : Theory and research*. Edina, Minn. :Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1992). Encouraging Thinking through Constructive Controversy. In N. Davidson & T. Worsham(eds.), *Enhancing thinking through Cooperative Learning*, pp.120-137. New York: Teachers College Press.

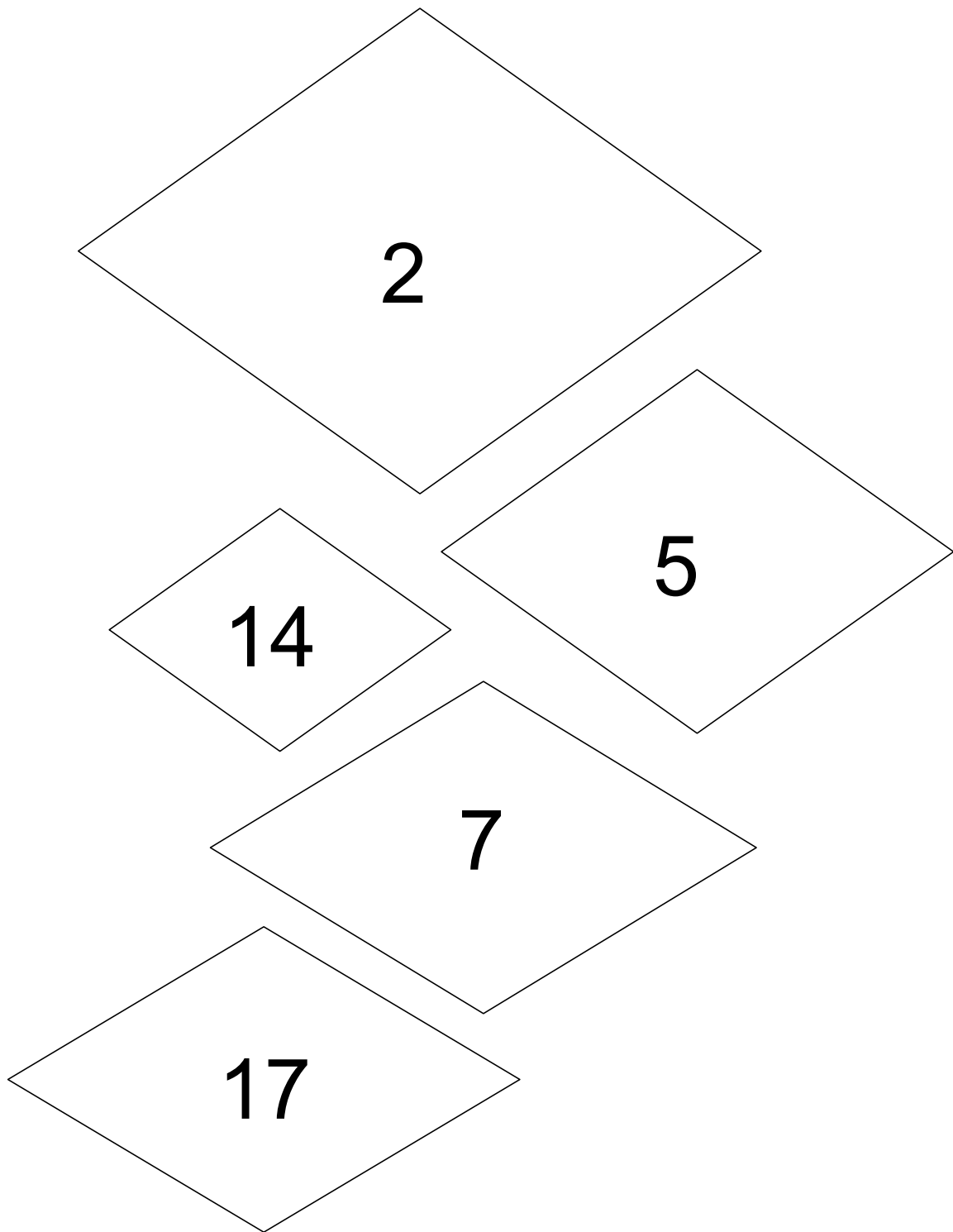
- National Council of Supervisors of Mathematics. (1989). Essential Mathematics for the Twenty-first Century: The Position of the National Council of Supervisors of Mathematics. *Mathematics Teacher*, 82,388-391.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *The Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA:NCTM.
- National Research Council. (1989). *Everybody Counts: A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Qin, Zhining, Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995). Competitive Efforts and Problem Solving. *Review of Education Research* 65, 129-143.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Sowder, L. (1988). Children's solution of story problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 7, 227-238.

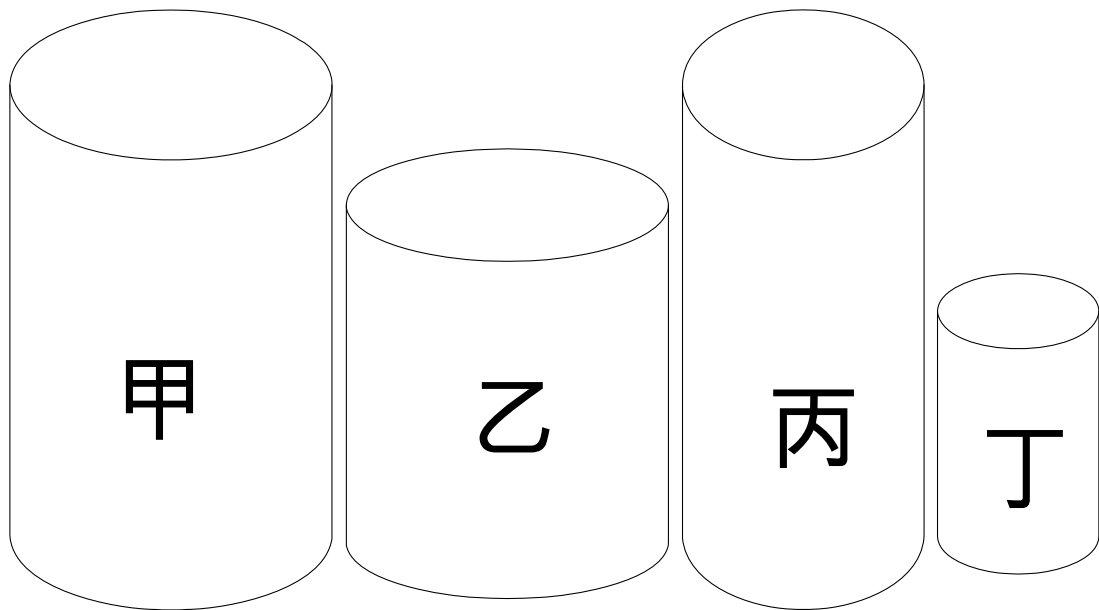
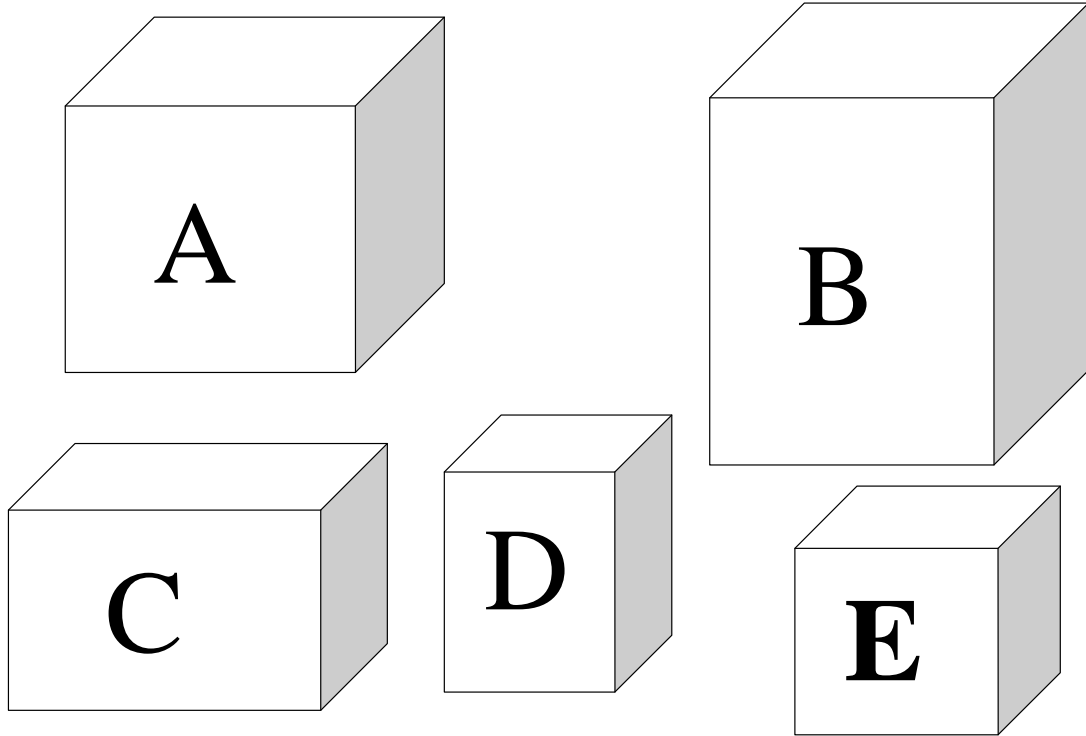
附錄











A Lively Mathematics Class : Talking about An Exemplary Teacher's Mathematics Teaching

Fang-Yu Huang

Graduate Institute of Mathematics Education, National Chia-Yi University

Abstract

The purpose of this study was to investigate how an exemplary mathematic teacher led her students to do meaningful discussions and learning through creating a learning environment. The results of this study showed that an exemplary teacher could flexibly apply the instructional model, including problem posing, discussing, and generalizing to help children construct their mathematic concepts through discussion and social interaction.

Key words: discussion、communication、social interaction、mathematic teaching