

小學自然科啟發式教學對兒童 推理思考發展的影響*

張 春 興

為謀改進小學自然科之教學，國科會曾於61年起指定學校從事啟發式教學之實驗。本研究之目的即係以接受該新法教學兩年後之部份兒童（啟發組，四年級100人，六年級80人，男女生各半）為對象，與其他未接受該實驗之同年級兒童（講授組）比較在記憶與理解兩類問題上成績的差異，並藉以分析此種新法教學與兒童年級、性別、能力、人格特質等變項的關係。研究結果顯示：(1)四年級兩組比較，在兩類問題上的成績無顯著差異。(2)四年級兩類問題比較，兩組都顯示記憶題的成績優於理解題。(3)六年級兩組比較，啟發組的記憶成績優於講授組，但對理解題兩組無差異。(4)在性別上四年級無差異，而六年級在兩類問題上都是男優於女。(5)就測得的人格特質（焦慮反應）言，未發現與兩類問題成績間有顯著關係。綜合以上結果，研究者建議：(1)啟發式教學用於小學高年級可能較之用於低年級為適宜。(2)檢討此種新法教學的實驗與成效時應考慮教學法以外的其他因素，單從兒童學習成績實不易判定其與教學法之間的關係。

從教育心理學的觀點言，在中小學教學方法方面，多年來一直存在着兩種相對的觀念。一種觀念認為，教學活動主要是教師的責任；從設置教學情境、組織教材、提供教法以至學後成績的考查等，幾乎完全由教師一手包辦。此種教學進程方式，通常稱之為「教師中心」的教學，在方法上則稱之為「講授法」（*didactic method* 或 *didactics*）。顯然的，此種方法的重點在於教師的如何「教」，而不太重視學生們如何「學」。另外一種觀念強調，教學活動中應該以學生為主；教師的責任主要是提供學習情境而已。在學習活動中，教師的角色不是權威，而是教室中參與者的一份子。此種教學進程方式，通常稱之「學生中心」的教學，在方法上則稱之為「啟發法」（*heuristic method*, 或 *heuristics*）。顯名思義，此種教學方法的重點不在於教師如何「教」，而在於學生自己的「學」。

大體言之，無論是西方或是東方，以往在學校教育上受到較大影響的，多屬第一種觀點下的講授式教學法。不過，在教育心理學上，這兩種觀念却一直存在，而且在理論上也是一直爭議不決。除了「講授」與「啟發」兩種相對的教學法的名稱之外，代表上述兩種相對觀點而表現在教學上者，另外尚有很多不同的名稱。例如，「講解法」（*expository method*）相對的是「發現法」（

* 本研究之完成得國家科學委員會62學年度之研究補助。



discovery method)，「引導教學」(guided instruction)相對的是「自我發現教學」(self-discovery instruction)，「指導法」(directed approach)相對的是「獨立發現法」(independent discovery approach)，「輔導學習」(guided learning)相對的是「發現學習」(learning by discovery)。各個相對的名詞雖不同，但意義上頗為相似，每一對的前者都着重教師的「教」，每一對的後者都着重學生的「學」。

多年來，講授法一直居於優勢，成了傳統的教學方法。近十幾年來情形有了改變，啟發式教學的觀念甚為流行；非僅歐美各國及日本等均積極推行此種教學法，就是在我國的教育方面，行政院國家科學會亦於民國六十一年開始，指定了中小學八所，從事教育實驗工作。筆者曾應該會之邀參與部分工作。於今實驗工作已有兩年之久，其效果如何，實有研究之必要。本研究之目的即在以指定實驗學校中部分學生為對象，從學習後對推理思考能力的研究，以探討啟發式教學法實施的成效。因為此種新式教學方法在教育心理學研究的領域內尚未肯定較傳統的講授法為優，所以本文將在理論上從事較詳細的分析討論；希望借此引起從事中小學教育工作者的注意，對任何有關教學改革的新觀念，能持有較科學、較深入的看法。

一、問題背景與本研究之目的

(一)啟發式教學法的理論基礎

前已述及，在過去講授法一直被視為學校教學的傳統方法。何以近十幾年來啟發式教學法特別受到重視？分析言之，可能是由於以下兩個原因：

1. 學校教育目標的轉向 無分中外，儘管學校教育都被視為應具有多重目標（如智、德、體、羣等），但無疑的，知識與技能的傳授一向被公認為是其主要目標。在過去，因為人類的生活需要較為簡單，社會的變遷較為緩慢，知識的領域較為狹窄，社會上各類職業的分工較為粗略，所以學校與社會間的距離也較為短近。學校傳授給學生的知識與技能，不但可以供他自己長期有效使用，就是代代相傳使用，也不會發生新舊不能適應的困難。此種現象，特別對職業性訓練的學校為然。現在情形改變了，自從第二次大戰結束後，由於交通的發達、大眾傳播工具的進步、經濟的繁榮與生產技術的改進、生活需要的增加與益形複雜等等，一方面使得社會結構急速變遷，使人在生活上難以適應；另一方面因為職業分工的過度分化，使人感到在學校學得的知識永遠趕不上實際的需要。尤有進者，近年來人類知識爆增，社會上所需要者遠比學校所能傳授者為多。因此，在學校教育中，課程組織與教學方法兩方面產生了一種新的傾向；即捨棄知識的追求，轉而對學生們給予思考的訓練與解決問題能力的培養。在朝夕萬變的社會環境中，學得的事實性的知識既不足應用，於是如何培養學生合理思考並能在新環境中自己學習新知識的能力，自然成為重要的問題。美國著名教育心理學家 J.S. Bruner (1961) 氏曾謂：「學校只是供學生發現事理的場所，而不是供學生學習知識的場所。」這話可為主張改變傳統學校教育目標者的代表。

除了上述學校傳授知識的教育目標轉向之外，近年來心理學家們對人類「能力」的觀念，也有了改變。以往，教育上只要談到「能力」，其指謂總不外「智力」或「學業成就」兩件事而已。自從近年來心理學者們盛行研究人類思考行為以來，對智力的性質，學者們有了新的解釋。特別是

J.P. Guilford (1967) 氏，對智力理論的研究有獨到的見解。原則上 Guilford 氏採取智力多因論的觀點，智力是很多種特殊能力的複合體。按氏之看法，在人類的智力中至少包括着 120 種不同的能力。這些能力在行為表現上可平均分爲五大類，每類包括 24 種能力。這五大類能力是：(1) 記憶 (memory) 的能力，(2) 認知 (cognition) 的能力，(3) 聚斂思考 (convergent thinking) 的能力，(4) 擴散思考 (divergent thinking) 的能力，(5) 評價 (evaluation) 的能力。顯然的，前兩類係屬記憶與了解的能力，後三類則屬於思考的能力。其中所謂聚斂思考，所指者乃是個人能利用已有的經驗把事實統合於邏輯的或和諧的順序之中，並遵循傳統的方法與已存的知識，是有條理有組織的思考方式。此種思考的結果，常以事實 (fact) 與真象 (truth) 爲基礎去判定它是否合理。換言之，此種思考是從事實性質料中去尋求答案的能力，也就是通常智力測驗所測量的能力。通常所謂的智商 (IQ)，就是指此種能力而言。至於擴散思考能力，按 Guilford 氏的解釋，乃是不以現存知識爲範圍，不遵循傳統的確切方法去思考的能力。此種思考的結果，可能由已知而導致未知。未知既非已有的事實，所以不能以傳統的標準衡之以是非或對錯。很多學者把此種擴散思考能力解釋爲人類獨具的創造力，此種能力若用一般具有標準答案的智力測驗去測量，是不能測量到的。

Guilford 氏的智力論，引起了很多心理學者對人類思考、解決問題以及創造行為的研究。到目前爲止，此類研究雖然還不能對人類此等複雜的行為獲得肯定的答案，但從很多研究中，至少以下三點已爲多數學者所同意 (Taylor, 1964; Torrance, 1965)：(1) 智力與創造力並非同一種能力，智力高者未必具有高的創造力，創造力高者亦未必具有高的智力。因此，從教學的觀點言，教師勢不能單憑其中一種能力去推知另一種能力。(2) 從學業成績與智力及創造力三者的關係看，智力與學業成績的相關高，創造力與學業成績的相關低。這是因爲學業成績所代表者只是事實性的知識的關係。(3) 智力的可變性較小，而且多係由個人的遺傳因素所決定；創造力的可變性較大，而且可經由教育的方法培養之。以上三點結論，對學校教育的目標與功能言，都有極重要的意義。同時，這些發現，也正好給予熱心提倡以啟發式教學增長學生思考能力的學者們，找到了理論上的依據。

2. 心理學理論發展的影響 心理學一直是教育的科學基礎之一，特別是學習心理學與發展心理學的理論與方法，與學校實際教學的關係更爲密切。傳統的學校教育重視知識與技能的傳授，在教學方法上多強調記憶、練習、辨別、背誦、應用等學習方式。此等學習方式，顯然與一向主張刺激反應經練習而聯結終能形成習慣的行為心理學理論相符合。於是，刺激反應心理學中古典制約學習 (classical conditioning)、操作制約學習 (operant conditioning)、增強原則 (principles of reinforcement) 等基本學習理論，都用於解釋學校中有關語文習慣、符號辨記、動作技能等各類學習。本世紀五十年代曾盛行一時的所謂編序教學 (programmed instruction) 與六十年代盛行的所謂「電腦輔助教學」 (computer assisted instruction, CAI) 等，都是根據刺激反應心理學的學習原理。因爲傳統的學校教育重視事實性知識的傳授與基本習慣的形成，所以「知識」 (knowledge) 本身就是目的。換言之，教育的目的在授予學生知識，學習也就是知識的獲得，因而學習就是目的 (learning is the goal)。在這種觀念下，教學所重視者是經過教學活動後學生們在行為上表現出的結果，亦即知識或成績。學習心理學所能提供的理論與方法，一方面可以分析學生在學習

某種事物之前在行為上已具備的經驗，另一方面分析所學事物內包括的行為特徵，再方面分析並標示出將來學生經過練習後在行為上應該達到的標準。此種由簡而繁逐步建立新行為的教學方法，即新行為論者（neo-behaviorist）R.M.Gagné（1965）氏所倡導的「指導學習」（guided learning）的教學法。

除聯結心理學之外，對學校教育影響最大，而且形成與上述講授法教學相反觀念的，計有官能心理學（faculty psychology）、完形心理學（gestalt psychology）與認知心理學（cognitive psychology）。官能心理學雖盛行在十七世紀，但其形式訓練（formal discipline）理論中重「形式」輕「知識」而又特別強調學習遷移的觀念，正與現在倡導啟發式教學的理論相吻合，本世紀二十年代以後盛行的完形心理學與認知心理學，都強調知覺組織（perceptual organization）與認知結構（cognitive structure）的形成、擴大、改變在學習上的重要性。由於此等理論的發展，導致了心理學家們轉向對人類思考、解決問題等複雜心理歷程的研究。

從教育心理學的觀點言，認知論的心理學家中對啟發式教學理論影響最大的，當推瑞士心理學家 J. Piaget 與美國心理學家 J. S. Bruner 兩人。兩人的觀點頗為相似，綜合之可為以下兩點：(1)人類能力的發展乃是個人內在條件與外在環境兩者交互作用繼續不斷適應的歷程。適應又包括同化（assimilation）與調適（accomodation）兩個互補的歷程。個人一方面繼續不斷的吸收環境中的經驗同化於已有的認知結構之內，另一方面也在必要時調整自己原有的認知結構以適應環境的要求。(2)個人認知結構的調適乃是繼續保持平衡的內在歷程。個人的認知結構常因其環境的要求而失去平衡，這時候他必須經由思考、行動與環境交互作用而重新吸收、同化、調適以恢復新的平衡。等到新的平衡狀態達到，也就是建立了新的認知結構，也就是等於增加了新的能力。

Bruner（1960,1966）氏即根據此種構想，特別強調學校教育不但應配合兒童認知能力的發展，更應設法經由思考訓練與解決問題的教學情境，使學生時時擴大並重組其認知結構。換言之，教學時，教師最重要的任務不是教學生知道些什麼，而是給予他們適當的問題，使他們原有的認知結構暫時失去平衡，引起思考、行動以自求新的平衡。因此，學習解決問題的目的不在於其結果性的知識，而在於其中間經過的思考歷程。經過思考歷程之後，學生們的認知結構改變了、擴大了、增加了，也就等於他們的能力增加了。所以，Bruner（1966）氏強調教學之主要目的在於「知識獲得的歷程」（knowledge getting process），而不在於知識（或學習結果）本身。

(二)前人實驗研究綜述

從科學心理學的觀點看，在1950年以前倡導啟發式教學的學者們，所能提出的理由，幾乎全是些假設或意見；此等意見只能在理論上強調，學校教育應該注重對兒童思考能力的培養，不應再一味注重灌輸呆板的知識。但在事實上一直無法找出證據肯定的說明採用啟發式教學的方法就可以培養兒童的思考能力。甚至，對所謂的「啟發教學」名詞的確切含義，在教育心理學中都缺乏統一的界定。相反的，因為刺激反應心理學一向重視科學方法和實驗研究，所以反映在教學上的方法，也較為具體。因此，在1950年以前幾乎找不到實驗性的教學研究結果，足以用來支持啟發式教學優於講授法教學的假設。從邏輯上講，這兩種教學方法既然目的不同（其一是傳授知識，另一是培養能力），實施之後自然效果也不會一致。因此，在理論上，要籠統的比較講授法與啟發法孰優孰劣，並

沒有多大的意義。如果要從事比較性的實驗研究，必須遵循嚴格的實驗方法，除教學方法做為實驗變項讓它各相變異外，其他變項都應予以控制；其間最重要的是教學之後對學生行為結果，必須根據同一標準予以觀察與測量。現在我們如果要分析前人的有關研究，以比較兩種教學方法的優劣，也必須先確立比較的標準。通常，啟發式教學法的提倡者，強調啟發教學有以下四大優點：(1)能促進兒童智能的發展，(2)能提高學習的內在動機，(3)能加強記憶，(4)能促進學習遷移。遍查以往有關文獻，學者們尚未在這四重標準下從事過實驗研究以比較兩種教學方法的問題。有之，只限於較易處理的三項標準，即：(1)學習量，(2)記憶量，(3)遷移度。以下就從這三個標準出發，分析查看以往學者研究的結果。

綜觀以往實驗研究，即使根據上列三個標準，迄未獲得肯定的結論以證明啟發式教學優於講授式教學。Craig (1956) 氏曾設計一實驗情境，對學生們提供問題並要他們解答。其中一組為指導組，由教師先說明原則，然後由學生逐題解答；每題之後，是非對錯，由教師隨時說明。另一組為獨立發現組，除提供問題外，教師不給予任何線索，只是在學生每解一題結束之後，告以對錯；解對了接解次一問題，解錯了繼續自行解決。學習結果按三個標準來比較兩組的成績：其一，在實驗過程中就學習的量（解對題數）來看，結果發現指導組優於獨立發現組。其二，就學習結束後三天、七天以及三十一天測量記憶的量來看，結果發現前兩次記憶測量兩組間無差異，後一次測量，指導組優於發現組。其三，學習過後三十天，分別給予兩組新的問題並且均不給予任何指導（學習遷移測量）。結果發現兩組間仍然沒有顯著的差異。實驗者建議，在學習解決問題的過程中，適度的給予學生講解和指導是必要的，經過指導才能了解學生經驗基礎和困難所在。

Kittell (1957) 氏的實驗也得到幾乎相同的結果。對指導組的學生不但解釋原則，而且討論學習材料的組織，但對發現組則否。結果發現，在學習量、記憶量、遷移度三方面，指導組均優於發現組。Haselrud 與 Meyers (1958) 也曾從事類似實驗，結果發現除學習遷移一方面發現組優於指導組外，其他方面無顯著差異。實驗者的建議是，在學習階段如果學生能自己發現到解決問題的原理原則，將來遇到新的問題時，學得的知識就能產生較大的遷移。Tagatz (1967) 氏以小學兒童為對象從事概念學習，發現如在學習之前先將概念的有關正的屬性與負的屬性講解給學生們聽，學生們就比較容易學到概念。後來其他學者以不同年級的學生為對象，也證實以歸納方法學習概念與原則，也需要適當的指導 (Tagatz, Walsh & Layman, 1969)。

以往的研究，有的局限於實驗室的特殊情境，有的只取用少數的對象，所得結果很難用來推論一般的學校教學情況。Worthen (1968) 氏為了改進此等缺點，曾以小學五六年級的學生共十九個班級（共 644 人）為對象，以平常的算術為學習材料。學生們按智力、算術成績分為講解組（expository group）與發現組（discovery group）。此外對教師素質，上課時間、教材提供方式等有關變項，均納入考慮並予以適當的控制。對發現法的操作定義是：(1)提供學生問題情境，給予例題，但不加解釋。(2)在學習期間無論學生的作答對錯，教師均不置評。(3)在教學活動結束時，教師始陳述要學生們學習的原理原則。對講解法的操作定義是：(1)預計在教學活動中學生們應該學到的概念、原理原則，教師在教學之初即行提出。(2)提供例題，並解釋做法。(3)在教學歷程中，教師隨時願意幫助學生解答問題，並隨時提供學生正確的答案。實驗結果，主要發現為：(1)在學習階段

，講解組的成績優於發現組。(2)學習後五至十週的概念記憶測驗時，發現組優於講解組。(3)對新問題的遷移，發現組也較講解組略優。實驗者最後對小學算術教學提出兩點建議：第一，若教學目標是期望學生獲得算術的抽象概念與以後對新問題的遷移，發現法教學具有較大的價值。第二，若教學目標旨在短期對原則的記憶，講解法教學則具有較好的效果。

由以上諸研究看，兩種教學方法之優劣迄無定論。Kersh 與 Wittrock (1962) 等人認為關鍵不在兩種教學的優劣，而在所謂的講授與啟發所指的意義不够明確。在以往的實驗研究中，實驗者所強調的多是教學方法本身的區別，而忽略了方法對學生學習當時所生的效果是否與其名稱相符合。所謂「啟發」或「發現」，只是實驗者主觀的設想，學生們是否真的能夠「自我發現」，在學習當時未必能確定。換言之，採用講授法或指導法時，學生們未必完全被動，也許因教師的指引而對原理原則發現得更快。同理，採用發現法時，學生們也許因為對情境模糊，不能認清目標，反而遭遇困難。因此，Kersh 與 Wittrock 曾建議從事此類研究者應考慮學生是否真的「發現了」。否則徒從方法名稱上爭議，並沒有多大意義。

基於以上分析與建議，Anthony (1973) 氏曾設計一項實驗，考慮的變項分別為：(1)發現法：在教學活動中，等待學生自己領悟到要學的原理原則。(2)講授法：在教學一開始即告訴學生要學的原理原則。(3)發現成功度：在發現法之下，學生們確能自我發現原則的平均百分數。(4)發現的效果：發現組的平均成績(百分數)與講授組平均成績之差。此差數可為正量，也可為負量；前者代表發現法教學的正效果，後者代表負效果。實驗者的假設是：在學習階段如果學生能夠自己發現到了要學的原則，此種學習將會促進他以後對新問題也能自行發現原則的能力。換言之，在發現式教學情境下，發現的成功度與發現的效果將成為正的相關。實驗結果發現兩者的相關甚高($r=0.96$)，此一結果顯然支持實驗者的假設。實驗者並建議在實際教學時，發現法是否真正有效，端賴設法使學生的「發現」成功，而發現能否成功，又繫於教師是否給予適切的指導。如果完全讓學生在模糊的情境中自己去摸索，發現法就不能顯示出預期的效果。

(三)本研究之目的與假設

基於以上對前人研究資料分析結果所得的分歧現象看，以往的研究迄未獲致一致性的結論，因而對學校中的實際教學並不能給予肯定的指導。不過，由於對前人研究情況的了解，至少可以使我們為教師者對教學方法的看法，有了較深刻的認識。平常，一般人對一種新興的教學法的看法常是過份簡單，總認為教學方法可以決定學生成績的一切。須知教學是一個包括教師、學生共同參與的複雜歷程，在這個歷程中包括着很多複雜的變項，教學方法只是其中一個變項而已。除教學方法之外，諸如教師(教學能力、經驗、人格特質等)、教材(不同的學科、不同的組織方式)、學生(年齡、能力、經驗、讀書習慣、人格特質等)、班級結構(人數、個別差異情形、社會關係等)以及師生關係等等，都是影響學習結果的重要因素。如果只取其中一項教學方法企圖發現其與學習結果的直接關係，得不到肯定的結果乃是意中事。單就教學歷程中學生變項而言，我們可以想像得到的是，能力較高、個性較獨立、經驗較豐富的學生可能較為適用啟發式教學。反之，能力較差、個性較依賴、經驗較短缺的學生就需要較多的指導與說明。再就年齡大小言，按照 Piaget 氏的研究發現，兒童們能夠從事邏輯的推理思考，年齡約在十一歲以後。十一歲約當小學的高年級。因此，如

在小學低中年級教學時採用需要抽象推理的啟發式教學法，可能就不適宜。

若從方法論的觀點來週密考慮，要想從事一項面面顧到沒有缺點的教學方法研究，非但困難，甚至可說勢不可能。因此，本研究在設計時也遇到同樣的困難。本研究之主要目的在於探討啟發式教學成效與學生年級、性別、人格特質及問題性質等幾個變項間的關係。本研究所指的啟發式教學成效係對自然科推理性問題所得的分數高低而言，分數高者即表示成效高，分數低者即表示成效低。本研究之假設有三：其一，啟發式教學法的成效可能與年級有關，高年級可能較為適用啟發式教學，低中年級可能較為適用傳統的講授法。其二，啟發式教學法的成效可能與兒童的能力層次有關，能力較高者可能較適用啟發式教學，能力較低者可能較適於傳統的講授法。其三，啟發式教學的成效可能與兒童的人格特徵有關，如以焦慮反應代表兒童人格之一，其焦慮分數低者可能適於啟發式教學，焦慮分數高者可能較適於傳統的講授法。此外，兒童的性別因素也在考慮分析研究之內。

二、方法與步驟

(一)研究對象

本研究之對象包括兩組小學兒童；一組為啟發式教學組，一組為傳統講授法教學組。啟發式教學組兒童取自長春國民小學，該校自民國六十一年秋季起被指派為新法教學實驗學校，至本研究開始時，已實施新法教學兩年。初選對象為四年級三班，共 168 人（男生 87 人，女生 81 人），六年級兩班共 116 人（男生 55 人，女生 61 人）。傳統式的講授法教學組取自大安國民小學，該校並非指定實驗學校，選取該校學生做為比較組藉以比較研究以探求啟發式教學的成效。在大安國民小學也選取四年級三班，共計 153 人（男生 75 人，女生 78 人），六年級兩班，共計 114 人（男生 55 人，女生 59 人）。為了避免兒童能力差異影響學習結果起見，復以瑞文氏推理測驗為根據，從上述兩校各年級中，選取兩組兒童，務使兩組在能力上大致相等。選取結果，六年級每校各選 80 人（男女各半）四年級每校各選 100 人（男女各半）按瑞文氏測驗分數分配情形看（見表一）兩組間在推理能力上，沒有差異。

表一 啟發式與講授式兩組學生能力及人數分配

年級	性別	啟發式教學組（長春）		講授式教學組（大安）	
		男	女	男	女
六年級	人數	40	40	40	40
	平均數	40.10	39.80	40.58	40.12
	標準差	5.61	4.60	4.79	4.05
四年級	人數	50	50	50	50
	平均數	38.74	37.75	38.50	37.75
	標準差	3.80	5.28	4.81	4.97

(二)教學方法

因為本研究之主要目的在於探求啟發式教學實施兩年後的效果，所以教學方法方面多著重在實

驗學校的教學。實驗學校的教師們，在實驗之初均接受過新法教學的講習，在實驗進行期間又舉行過多次的教學觀摩會、研討會。因此在教學程序上大致採同一步驟，即改變我們傳統的演繹方式為歸納方式；由教師提供教學情境，經由學生們觀察、實驗、討論、歸納，最後總結為原理原則。至於講授教學組，並無特別限制，任憑原有教師按其平常習慣教學。惟經筆者了解，此等教師所採用者多是講解式的方法。即一開始即提供學生要學的原理原則，然後進一步分析講解、討論、驗證，亦即為傳統的演繹方法。

(三)工具與材料

本研究採用了以下三種工具以蒐集所要研究的資料。

1. 瑞文氏非文字推理測驗：該測驗係由英國學者 J. C. Raven 氏在 1938 年所編製，原名為 Progressive Matrices Test。全測驗共 60 題，分為五組，每組 12 題，難度依次遞增。每題包括一圖形，圖形中空缺一小塊，圖下附有八個類似原圖之小塊，但其中只有一個為正確答案。施測時只要受試者能辨認出正確答案之編號填在答案紙上即可。使用時手續簡便，無嚴格時間限制，每題一分，最高分為 60 分。據學者的研究，該測驗結果與一般智力測驗結果相關頗高，故常被用來代替智力測驗（見黃堅厚，民國 53 年）。

2. 兒童顯性焦慮量表：該量表係由林碧峯、楊國樞、楊有維與繆瑜諸氏（民國 62 年）根據 Castaneda, McCandless 與 Palermo 三氏（1956）所編「兒童顯性焦慮量表」(Childrens' Manifest Anxietg Scale, 簡稱 CMAS) 修訂而成。全測驗包括 46 題（除其中 9 題計分為謊分數外），每題一分，得分高者表示其一般性焦慮高。可用做測量兒童人格特質之工具。

3. 自然科問題試卷：該試卷係按照現行小學自然科課程內容分別編制，分四年級與六年級兩種，每種各為六十題。該試卷之編製請由具有教學經驗的小學教師協助，並在其他學校先行試用。大致上，用於測量四年級兒童的試卷包括三年級全年及四年級上學期的自然科教材內容，用於測量六年級的試卷包括五年級全年及六年上學期的自然科教材內容。試卷內的題目在性質上分為兩類，每類各為三十題。其中一類屬於事實性記憶的題目，另一類屬於思考理解性的題目。兩類題目混合編排，單號題屬第一類，雙號題屬第二類。如此編排可免受順序與難易不同的影響。茲將四年級組與六年級組兩類題目各舉兩例如下（前者為事實記憶性題目，後者為思考理解性題目）：

四年級組試題舉例：

太陽是個大圓球，它和地球比較時，(1)比地球小得多(1)比地球大得多(3)兩個差不多(4)兩個完全一樣。

我們沿著赤道向東飛行，最後結果是(1)到北極去。(2)到南極去(3)回到原來的地方(4)停在東方。

六年級組試題舉例：

供給我們建築用木材的大部分是(1)孢子植物(2)菌類植物(3)結莢果植物(4)蕨類植物。

時鐘太快時，我們怎麼辦？(1)把擺錘改重(2)把鐘擺改輕(3)把擺改短(4)把擺改長。

試卷編妥後，為避免原任課教師施測過程之習慣不同而影響學生作答，因而在兩校均由同一主試人施測。施測時仍以全班兒童為對象，只是部分兒童因未被選入研究對象，故將其試卷剔出作廢

(焦慮測驗同此)。

三、結果之分析與討論

對兩組學生使用兩種試題測驗的結果，按性別年級分類，得到分數列於表二。

表二 教學方法、試題性質與年級性別的關係

年級	性別	教學方法 試題性質	啟發式教學組(長春)				講授式教學組(大安)			
			記憶題		理解題		記憶題		理解題	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
四年級	男(50)		25.04	3.81	17.74	3.98	25.34	3.86	16.82	4.58
	女(50)		25.58	2.99	18.10	4.61	25.28	3.89	17.74	5.98
	合(100)		25.81	3.53	17.92	4.33	25.31	3.90	17.28	5.37
六年級	男(40)		19.03	3.13	19.28	3.04	17.45	4.00	18.50	3.60
	女(40)		18.23	4.36	17.28	3.62	16.23	4.70	17.53	4.17
	合(80)		18.63	3.84	18.28	3.51	16.84	4.43	18.01	3.95

為了進一步分析不同教學方法與不同試題性質以及年級、性別等因素的差異情形，特別再將表二資料分別按兩個年級從事變異數分析工作，結果分別載於表三與表四。

表三 四年級教學方法、試題性質、性別變異數分析表

變異來源 Source	離均差平方和 SS	自由度 df	均差 MS	F
教法別間	32.49	1	32.49	1.73
性別間	47.61	1	47.61	2.53
試題別間	6336.16	1	6336.16	337.21**
教法別×性別	6.76	1	6.76	.36
教法別×試題別	0.49	1	0.49	.03
性別×試題別	0.25	1	0.25	.01
教法別×性別×試題別	29.16	1	29.16	1.55
誤差	7364.52	392	18.79	
總變異	13817.44	399		

*F.95(1,392) = 3.86 **F.99(1,392) = 6.70

從表二與表三內容看，可以發現以下四種現象：

1. 對小學四年級的學生來說，教學方法的不同並未發生顯著的差異。分別就記憶題或理解題的成績看，兩組學生(不同教法)之間沒有顯著的差異。
2. 在性別間雖然女生的成績看似稍優於男生，但在統計上的差異仍不顯著。
3. 對小學四年級學生言，無分男女，不同試題之間產生了顯著的差異。無論是啟發式教學或是講授法教學，學生們在理解性題目上表現的成績均較記憶性題目為低。

4. 在教法與性別方面、在教法與試題性質方面、在性別與試題性質方面等，均未顯示出交互作用的現象。

總之，對四年級學生來說，啟發式教學的效果並未顯示出與傳統的講授法教學有多大的差異。

表四 六年級教學方法、試題性質、性別變異數分析表

變異來源 Source	離均差平方和 SS	自由度 df	均差 MS	F
教法別間	84.05	1	84.05	5.49 *
性別間	125	1	125	3.16**
試題別間	13.61	1	13.61	.89
教法別×性別	1.80	1	1.80	.18
教法別×試題別	46.52	1	46.52	3.04
性別×試題別	4.52	1	4.52	.30
教法別×性別×試題別	10.50	1	10.50	.69
誤差	4,778.75	312	15.32	
總變異	5,064.75	319		

$$F_{.95}(1,312) = 3.86 \quad F_{.99}(1,312) = 6.70$$

再就表二與表四的內容看，可以發現以下四種現象：

1. 對小學六年級的學生們來說，兩種教學方法對測驗的成績有不同的影響。雖然在理解題方面無顯著差異，但在記憶題方面，啟發式教學的結果優於講授法。
2. 兩性間的差異不但顯著，而且與四年級恰成相反的方向。無論在記憶題方面或在理解題方面，男生的成績皆平均優於女生。
3. 理解題與記憶題之間沒有在成績上表現出顯著的差異。此一現象亦與四年級不同。
4. 在表列各變項之間未呈現交互作用的現象。

因為本研究的目的也在探求教學方法與兒童能力以及兒童人格特徵之間的關係。以下表五與表六即係四年級與六年級各量數之間的相關情形。

表五 四年級各量數間相關情形

	推理能力	焦慮反應	記憶題	理解題	合計
推理能力			.42**	.34**	.41**
焦慮反應			.02	.03	
記憶題					
理解題					
成績和					

*P < .05 **P < .01



表六 六年級各量數間相關情形

	推理能力	焦慮反應	記憶題	理解題	合計
推理能力			.34**	.39**	.40**
焦慮反應			.05	.13	
記憶題					
理解題					
成績和					

*P < .05 **P < .01

從表五與表六的內容看，無論是四年級或是六年級學生，無論是記憶性試題或理解性試題，都與其推理能力有密切的關係。這一點說明了，無論教師採取何種教學，學生的能力是決定學習結果的重要因素。另外，在兩表內顯示出來的，是焦慮反應與學生的成績都呈正相關的傾向。雖然相關的程度未達顯著水準，但至少可以確定不會有負相關存在。構成此種現象的原因，可能是焦慮量表的敏感度並不全適合於中國兒童。因為中國兒童平常在學業方面受到的壓力較大，所以一般量表題目中所指者可能對他們乃極為平常的事。因此，作為測量兒童人格特質的指標言，兒童顯性焦慮量表尚不是個十分有效的工具。

基於以上對結果的分析，大致上可得以下四點結論：

1. 啟發式教學對小學中高年級學生發生不同的效果，四年級學生普遍對理解性試題感到困難，六年級學生則否。此一現象可以說明啟發式教學法較適用於高年級。這一點發現，原則上支持本研究的第一個假設，而且也符合近代發展心理學的理论。

2. 就性別言，四年級女生成績似有優於男生的傾向，但六年級的情形恰相反，無論記憶題或理解題，男生的成績均優於女生。這一點在實際教學上具有很大的意義。

3. 就能力層次言，無論是需記憶的學習或是需理解的學習，推理能力都同樣的重要。這一點似不能解釋本研究的第二個假設，其原因可能是採用的能力測驗不太適宜。

4. 在兒童人格特徵方面，沒有發現焦慮反應與教法、試題性質等因素有密切的關係。此一現象不支持本研究的第三個假設，其原因也可能是採用焦慮量表作為兒童人格特徵的指標未盡適宜。

有關啟發式教學法的實驗研究，其效果究竟如何迄今尚無定論；其原因乃是由於影響兒童學習效果的因素甚為複雜，無法一一加以控制。本研究在設計與實施期間所受到的最大限制亦在於此。科學會指定的實驗學校，雖然實驗前曾對任課教師施以短期訓練，但在實驗時對教學情境之設計，教學進程之規劃以及教學效果之評量等並沒有詳細而嚴格的規定；因而對新行的「啟發式」教學與傳統的「講授式」教學之間，仍然缺乏具有明確而且肯定差別所在的操作性定義。換言之，本研究中所採用的兩組小學兒童，在性質上不敢稱之為實驗與控制兩組；這只能是事後評量，而無法事先安排，這一點可說是本研究之限制或缺點，也可以說是此類研究的主要困難所在。

參考文獻

- 林碧峯、楊國樞、繆瑜、楊有維，中國兒童焦慮量表之修訂。見楊國樞、張春興合編：「中國兒童行為的發展」，台北市，環宇出版社，民國62年，465—518頁。
- 黃堅厚，瑞文氏推理測驗之應用，中國測驗學會，測驗年刊，民國53年，第11輯，20—23頁。
- Anthony, W. S. Learning to discover rules by discovery. *Journal of Educational Psychology*, 1973, **64**, 325-328.
- Bruner, J. S. *The Process of Education*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1960.
- Bruner, J. S. *Toward a Theory of Instruction*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, 1966.
- Bruner, J. S. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 1961, **31**, 21-32.
- Castaneda, A., McCandless, B. R., & Palermo, D. S. Complex learning and performance as a function of anxiety in children and task difficulty. *Child Development*, 1965, **27**, 327-332.
- Craig, R. C. Directed vs. independent discovery of established relationships. *Journal of Educational Psychology*, 1956, **47**, 223-234.
- Gagné, R. M. & Brown, L. T. Some factors in the programming of conceptual learning. *Journal of Experimental Psychology*, 1961, **62**, 313-321.
- Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill, 1967.
- Guthrie, J. T. Expository instruction versus a discovery method. *Journal of Educational Psychology*, 1967, **58**, 45-49.
- Haselrud, G. M. & Meyers, S. The transfer value of given and individually derived principles. *Journal of Educational Psychology*, 1958, **49**, 293-298.
- Kersh, B. Y. & Wittrock, M. C. Learning by discovery: An interpretation of recent research. *Journal of Teacher Education*, 1962, **13**, 461-469.
- Kittell, J. E. An experimental study of the effect of external direction during learning on transfer and retention of principles. *Journal of Educational Psychology*, 1957, **48**, 391-405.
- Tagatz, G. E. Effects of strategy, sex, and age on conceptual behavior of elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 1967, **58**, 103-109.
- Tagatz, G. E., Walsh, M. R., & Layman, J. A. Learning set and strategy interaction in concept learning. *Journal of Educational Psychology*, 1969, **60**, 488-493.
- Taylor, C. W. *Creativity: Progress and Potential*. New York: McGraw-Hill, 1964.
- Torrance, E. P. *Rewarding Creative Behavior*, New York: Prentice Hall, 1965.

Wittrock, M. C. Verbal stimuli in concept formation: Learning by discovery. *Journal of Educational Psychology*, 1963, 54, 183-190.

Wittrock, M. C. & Twelker, P. A. Prompting and feedback in the learning, retention, and transfer of concepts. *British Journal of Educational Psychology*, 1964, 34, 10-18.

Worthen, B. R. Discovery and expository task presentation in elementary mathematics. In R. E. Ripple (Ed) *Readings in Learning and Human Abilities*, 2nd Ed. New York: Harper & Row, 1971, pp. 304-323.



EFFECTS OF DISCOVERY APPROACH OF SCIENCE INSTRUCTION ON ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN'S LOGICAL THINKING DEVELOPMENT

CHUN-HSING CHANG

Bulletin of Educational Psychology, 1975, 8, 11—24. Department of Educational
Psychology, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, China

ABSTRACT

The issue of expository teaching versus independent discovery in the learning, retention, and transfer of principles is still very much in controversy. This study was designed to test the following hypotheses: (1) The children trained by discovery method would improve their subsequent ability to solve scientific reasoning problems based on the scientific concepts and principles learned in elementary school science subjects than those who were trained by traditional didactic method. (2) The relative effectiveness of discovery method would be related to the variables such as grade, sex, intelligence, and personality traits of children.

One hundred fourth graders (50 boys & 50 girls) and 80 sixth graders (40 boys & 40 girls) were selected from the experimental classes of discovery instruction. A matched group of children with the same number was drawn from traditional didactic method classes. The Raven's Progressive Matrices Test and the Chinese form of the Children's Manifest Anxiety Scale were used to determine children's intellectual and personality traits respectively.

The results of the study indicated: (1) There were no significant differences between performance of the groups under different types of instruction in terms of retention and transfer of principles. (2) No significant sex difference was found in fourth graders, but the boys were significantly superior to the girls in sixth grade in terms of reasoning performance. (3) The hypothesized negative relationship between anxiety level and reasoning performance was not identified.

