

## 貳、文獻探討

3-12

### 一、探究的意義

探究有很多意思，對不同的研究者，不同的教育家，它都有不同的意思。有些教師認為，探究就是放手讓好奇的學生跟著自己的方向去尋求知識或意義；另一些教師覺得，探究是實驗和研究，或是實驗的開端；更有些教師認為探究是一種學習的方法，是一種課程安排的方法，例如，Short, Harste & Burke (1996) 等都是相信後者的看法：

探索課程並非學校裡某些時段所發生的事情。它更不是一個利用主題來統整課程的妙計。也不是完成一個科學實驗的單元可以教出來的技能。探索課程是一種思維，一種完整的教育觀。探索就是教育；教育就是探索。探索比解決問題涵蓋的更多。解決問題意會到一個正確的答案；探索意味著我們揭開議題的複雜性時會得到的另類的想法。難題不是我們要避免的，反而是探索的機會。（Short *et al*, 1996, p.51）

台灣學者沒有採用 Short 等人那麼概括性的定義，因為探究只是十項基本能力之一，不是整個課程的基礎。依據楊思偉（民 89）的定義：

以日常生活中產生的問題或某一主題為對象，由教師激發學生的好奇心及觀察力，鼓勵學生主動探索和發現問題，並積極運用所學知能，蒐集相關資訊，進而採用嚴謹、客觀、有系統的科學方法來探究學問，以發現新的事實、理論或法則，並提出研究報告。

NRC 在 2000 年出版〈探究與國家科學教育標準〉(Inquiry and the National Science Standards)，該書闡明科學教育的重要概念：「探究，是科學教學的核心策略，是從學生經驗引發出對真實問題的探索。」(NRC,2000, 29)。該書也提出探究的思維和活動類型，它說：「探究能力包括確認假設，運用批判思維、邏輯思維，以及另類解釋的考量。」(NRC, 2000, 23)

從上述可知，要分析探究型教學，自然科學領域是最佳的範疇。因此本研究計畫擬先著手於自然科學的教科書。

所謂探究是一種思考的方式，是一個了解事物的歷程。探究式的學習，是由學生主動建構知識，透過師生互動，教師從旁協助，把類似科學家的研究思維帶給學生。

NRC (2000) 提出課堂教學時，學習者從事的五種思維活動：

1. 學習者熱衷於科學取向的提問。
2. 學習者回應提問時，應以證據為優先考量。

3. 學習者運用線索中整理出他對現象解釋。
4. 學習者連結他的解釋和科學知識。
5. 學習者表達解釋，並提出支持解釋的論證。

大部分學者如 (Martin-Hansen, 2002; Colburn, 2000) 皆認為，教師應該熟悉以下四種課堂探究學習的模式：

- 開放式的探究學習模式 (Open Inquiry 或 Full Inquiry, 又稱 Student initiated inquiry)：此種模式最接近科學家的探究歷程，從提出問題到尋找答案的步驟，全由學生掌握，所有過程皆涵蓋上述五種思維特色。開放模式需要高層的思維力，以及主動、有效運用科學的過程技能。教師的主要作用，是從旁鼓勵學生，提醒學習進度，或提示盲點所在。
- 引導式的探究學習模式 (Guided Inquiry)：此種模式，是由教師引導的探究模式。所探究的問題，經常由教師提出。在探究的過程中，教師會提供探究的工具或資訊，以幫助學生過渡到開放模式，建立並練習日後需要用到的技能。
- 協同式的探究學習模式 (Coupled Inquiry)：協同的教學模式融合了開放模式和引導模式，由教師和學生輪流提出探究的問題，其作用是協助學生模仿教師的提問模式，以及練習運用探究的工具。
- 指令模式 (Directed Inquiry 或 Structured Inquiry)：教師的主導性在指令模式中最為強勢。表面上，學生主要的工作是跟隨教師的指令進行探究。事實上，學生並沒有正式進行「探究」，只有學習探究的步驟，和模仿教師的作為。一般教師會將其中一個步驟留白，交由學生設計或做決定，讓過程更具探究性。

上述四種模式，除了協同模式以外，都清楚出現於美國的教科書中。不難看出，無論從探究的定義、學習者的思維，或教學的模式來看，每一種都是由提問開始的。因此，本文嘗試以教科書的提問作為分析重點。而教科書所呈現的問題，應具有示範作用，以代表探究模式的提問，讓學生可以模仿到優質的提問思維。

可惜的是，這些教科書卻從「指令模式」，直接跳到「開放模式」，馬上放手要學習者自由提問、自尋工具和方法、自己形成結論。而美國教育家們所建議的「引導模式」(guided inquiry) 卻不多見。「引導模式」的探究問題多半由老師 (或教科書) 提出需師生共同設計探究的工具和方法，讓整個教學歷程符合 reciprocal teaching (Palincsar, & Brown, 1984) 的循序漸進理念。

## 二、探究自然科學領域的課程

探究式的教學並非一個嶄新的嘗試，以往板橋模式的教科書編寫、社會科教學推廣「問思教學法」、數學科教學提倡「溝通式」的教學、以及自然科採用

的「問題解決教學模式」，都具有探究成分，只是各科並未正式將「探究」納為課程的核心概念。反觀國際，20年來，歐美國家已經把探究精神納入課程的核心。

而詳盡、明確的探究型課程，應該屬美國的科學領域。美國國家研究委員會(National Research Council (NRC))1996年頒布的「國家科學教育標準」(National Science Education Standards)，已經強調了探究精神。在美國，該項標準並不具有強制性，但是標準中鼓勵每位科學教師，將教學聚焦在學生日常生活中的好奇心，並藉此引導學生進行個別的探究。

### (一)美國科學教育的發展：從知識到探究

台灣科學教育的發展，受到美國和日本的影響最大。本研究主要探討美國的教材，所以本節簡述美國科學教育從知識為本到以探究為本的發展。

美國早期的科學教育與常識結合，在中小學沒有獨立的自然科學領域，到了第一次世界大戰以後，才逐漸在各洲的中小學發展獨立的自然科學課程，主要的因素是戰爭和經濟。Great Depression 刺激了科技的快速發展，教育家開始脫離三 R 的基本能力課程模式，大量增加生活知識。不過，當年的重點是科學知識的傳輸，較忽視科學知識獲得的歷程和方法。

最早推動探究為本的科學教育大概是 Caldwell (1924) 替 AAAS 寫的報告，提出科學思維、觀察和實驗的重要性；這是科學家的建議，在教育界好像還沒有受到重視。較有影響力的教育家是杜威 (Dewey, 1938)，因為他推動「從做中學」(learning by doing) 的理念；他認為：只有知識，沒有運用知識來解決個人和社會問題的學習是浪費的。他建議把「科學方法」(methods of science) 加入科學課程。可是，建議歸建議，學校的教學仍然是以知識為主。

第二波的改變在第二次世界大戰後，跟蘇俄的冷戰時期。美國人深感到蘇聯太空科技的優勢是美國的恥辱，因此國會大手筆的投資中小學科教，大量引進課程專家、學科專家和教師的合作計畫。當年，具大影響力的學者有 Schwab (1962)、Ausubel (1963)、Bruner (1961) 和 Piaget (1962)。後三位是研究學習、心智發展的研究者，影響力在理論的層面，Schwab 則是一個全方位的科學教育家，擁有英文、物理、生物、遺傳學的高等學位，跟 Dewey 一起建立芝加哥的實驗學校，跟 Tyler 一起發展課程。1962年，Schwab 在哈佛大學的演講「The Teaching of Science as Enquiry」，強調教師絕對不能把科學內容想做定論，必須保留它的變化性和修改的可能性。為了達成這個目標，Schwab 認為學生必須有實驗室的經驗。Schwab 的影響力深遠，從 1950 年代開始，各中學都有實驗室，學生開始有探究的經驗，不過，大多的經驗

是在重複做名人的實驗，以及動手證明已知，不見得是學生提出來的問題。

第三波的改革大概是從 1980 年代開始，刺激來自於科技發展的競爭，特別是日本的汽車和電子用具在市場上的優勢，讓美國人再從教育著手改革。這一次，最大的影響力是 A Nation at Risk (National Commission on Excellence in Education, 1983) 和 AAAS 的 2061 方案 (1990)，2061 方案的目的就是在 2061 年達成造就成有科學素養的社會，AAAS 研究的團對除了訂出科學內容架構和能力指標 (benchmark)，還要求發展學生的好奇，並且說明有效教學的取向。於是，另一群負責課程標準的團體 (NRC, 1996)，將「探究為教學基礎」(teaching science as inquiry) 作為最高指標，並出版了 Inquiry and the National Science Education Standards (NSC, 2000)，整個大方向從知識獲得和傳遞，轉變到學生認知思維和探究的培養。

## (二) 台灣科學教育的發展

台灣的科學課程從民國初年至今，修訂過 10 次，早期與社會合併成常識；民 37 年後，從小三開始，設獨立自然科學，重視科學知識，引進皮亞傑的認知理論，主要的取向是教授，主要在小學階段重視直接經驗；到了民 64 年的修訂和美國的 SCIS 和 SAPA 小學課程有密切的關係，以兒童學習活動為中心，訓練思維，培養科學過程技能，兒童藉由科學活動獲得科學概念、科學態度和科學方法，並且在小一就開始。

從民國 64 年再到民國 82 年的課程標準修訂，探究的導向更明顯，小學的課程是統整性的，中學的課程分作生物、物理、化學、地球科學，概念傳遞的成分較重。(甘漢銑，1992)

## 三、提問與探究

探究教學中的提問，有別於教師在課堂中，為了測試學生理解或學生知識的提問。探究學習中所提出的問題，就是探究者的問題，是學生首要的學習要點。Edwards (1997) 認為幼兒雖然很會提問，但是上了高年級，卻失去了提問的能力和探索的好奇心，主要原因是受到教育系統之提問行為的負面影響，導致學生無法大膽的提問和進行獨立探究。因此，示範探究性的提問和鼓勵學生提問，都應佔教學的重要地位。

Harwood (2004) 提出十項科學探究活動，其中有九項呼應到提問能力，可見提問是探究學習的關鍵能力。簡述九項活動如下：

1. 構思問題 (forming the question)：探究的問題、考試的問題，或有待解決的問題各有不同，學生需要模仿和練習的是探究型的提問。
2. 查詢已知 (investigating the known)：探究者需要練習運用教科書、圖書、期刊、網路查詢相關資料的能力。

3. 提出預測 (articulating the expectation)：探究者從問題出發，先提出一個可能的答案，有時會像科學家正式提出假設 (hypothesis)，有時只不過是一種猜測，或模糊的預期。這種預測能夠幫助探究者，將問題轉成可以進一步探究的實驗項目或觀察對象。
4. 執行計畫 (carrying out the study)：探究者有系統的進行實驗，以了解個人的問題和假設。
5. 分析資料 (examining the results)：探究者將檢視所蒐集到的資料之正確性和可信度。
6. 反思結果 (reflecting on the findings)：探究者思考分析結果的意義，思考是否能夠連結已知和預期，是否能夠回答原先想知道的問題。
7. 傳達和溝通 (communicating with others)：包括執行前、執行中時的腦力激盪和討論，以及完成後的分享。
8. 觀察對象 (observing)：觀察對象一般而言有三個向度，包括查詢時的觀察、執行時的觀察和構思問題時的觀察。
9. 反複提問 (questioning)：提問是探究的核心，因此，探究者隨時隨地都在思考新舊的問題和修改問題；教師除了鼓勵學生時時提問以外，還需要展現在不疑處或有疑處的提問示範。

#### 四、閱讀與探究

閱讀的目標之一是獲得知識，但是擁有知識是不夠的，看完一篇文章，不但要看得懂文章的內容，更需要使用裡頭的知識來了解這個世界。所謂「了解」就是把概念和概念連接起來，知道這個世界之所以然。這種了解讓我們提出深層或高層次的探索問題。這種問題不是一般成人能夠回答的，試看以下的問題：

晚上燈關了之後，光到哪裡去了？

影印機怎麼印東西的？

為什麼金屬會導電，但是塑膠不會？

飛機的翅膀有什麼用？

一般教師所問的，不是「真實問題」，只是「測驗題目」。測驗題目固然重要，因為教師需要知道學生知多少。可是，可能更要鼓勵學生問大人答不出的問題，也讓他們離開學校以後繼續問，因為這種類的問題是人類研究、創造和發明的開端。

「百萬個為什麼」類的書不能完全滿足求知慾強的學生，因為這些書太重視答案了。書寫的方式對於探索也有很大的影響，以下探討鼓勵探索的讀物的語言特徵。

提升探索的思維的讀物，不能夠只把科學家已發現的知識陳述出來；很多作者以為科學是一些固定不變的定律和知識，所以呈現科學內容的時候，除了讓學

生了解一系列的發現和發明，除了把科學家的生活和工作背景作介紹，最重要的是把他們的思維過程表現出來。

大家都知道，伽利略因為堅信地球是繞著太陽運行而被宗教份子排斥；也知道達文西是文藝復興時期偉大的藝術家、思想家和發明家，可是我們都只讓學生仰慕他們的才華和毅力，給人高不可攀的感覺，卻沒有讓學生了解他們在探索期間的思維，他們的日記和筆記充滿質疑、自疑、好奇和探索，會讓讀者覺得：「對啊！我也有這麼想過，我也有問過這種問題。」。這種類的讀物，會鼓勵學生採用相同的眼光來觀察和關懷周遭的世界，並且對自己的想法的疑惑，卻又不斷有信心的做修正。

因此，書寫的角度和語氣，不要把一連串的新發現看作後人修正前人的錯誤，而是要看到每一個新發現如何在思維上跳脫以前的模式，或是如何把原有的知識重新組合，形成新的觀點和走向。在語氣上，可能少用肯定的口吻，少給學生定義和公式來背誦，卻要增加問話和疑惑，把現有的「知識」寫成以後可能推翻的「命題」，作為學生討論的始點。

以下的句型和語氣比較會鼓勵學生的探索：

- 有些科學家認為…
- 這種現象引起…的想法
- 沒有人知道…
- 其中一個讓專家們迷惑的地方是…
- 目前…還在研究…
- 科學家從幾個不同的角度來分析…的現象

以上的意思是說，我們選擇讀物給學生，不是要看有哪些內容，或是內容是否完全正確，重點是要選擇引起探索和活潑的思維的語氣。

優良的讀物不只把解釋和說明交待清楚，還應該讓讀者感受到人類如何獲得些知識。以下的句型的出現，是優質讀物的指標之一：

- xxx 注意到…，所以他想…，結果發現…，經過…才了解到…可能是…的一種解釋。
- 本來 xxx 想…，後來他想…恐怕…不一定是…所造成，因為…
- xxx 有一個假設，他預測…的時候，…會…，可是他很失望，因為他的儀器無法…。

還有，回答「為什麼」的讀物，裡頭應該包含一些「無解」或「還沒有定律」或「有多方想法」的答案，讓讀者看得出知識的演變發展性和不肯定性，才會鼓勵學生多想、多質疑、多探索。

說明實驗過程時，帶著學生一步步操作動手做實驗。挑選這類讀物的時候，

我們可能需要注意，它是否只讓學生跟著做跟著看，還是在操作前提出問題和多面向的思考方向，然後在各步驟中或實驗過程結束之後，依照可能發生的不同狀況作一些推論。科學的實驗的目的是要看看結果支持哪一種想法，可惜的是，很多教師和課本，都把它看作像是跟著「食譜」操作，只是烹飪出某道成功美味的菜色來交功課，或是參加比賽，因而失卻鼓勵科學思考和精神。

以下一些語氣，提示學生在實驗過程的思維：

- 假如結果是…，我們就會想…；可是如果…，那麼，可能…。
- 如果想知道…，可能要試試…，看看…，是否…。
- 採用…來…，就會讓我們知道情形是…，還是…。

分析教科書的時候，本研究將注意以上的書寫方法。

## 五、探究型的閱讀教學

一般認為探究等同於科學探究和實驗，其實不然，每一門學科領域都有它獨特的探究方法，本文試行由傳統淵源角度，探求人文學科的探究教學。

### (一) 蘇格拉底 (Socrates)、孔子

文學探究，起源於西方國家的哲學探究，第一位大師就是蘇格拉底。比較一下蘇格拉底的教學和東方譽為萬世師表的孔子的教學。從古書記載，我們看到孔子處理弟子發問，是針對每個學生的個性和背景解說義理，學生們各自詮釋孔子話語，寫下來，傳給後世。學生對老師的態度既尊敬又恭謹，且又毫無質疑，這就是中文教學的傳統。直到今日，大部分學者仍然尊崇孔子思想或儒家哲學為至高不可否定的真理。

其實，孔子的教學法是重視師生對話的，《論語》以問答形式記載孔子與弟子的對話，《學記》說「善問者如撞鐘，扣之以小則小鳴，扣之以大則大鳴」，儒家也認同思維過程從問題開始，所謂「學起於思，想源於疑」，然而，流傳到今日教學，老師用提問了解學生，引導學生把握學習內容，老師講究如何向學生發問，學生重點在「答問」層面。至於「對話」式的交流與探索，則少見蹤跡，為何如此？值得探究。

孔子留傳給學生他的想法，他的哲學觀、他的名字成了教學典範的專有名詞；蘇格拉底傳留學生的卻是他的教學法，稱之為蘇格拉底教學法 (Socratic Method)，他的名字成了教學法的專有名詞，運用他教學方法的課，就稱作蘇格拉底課 (Socratic Seminar)。蘇格拉底的教學觀，一路影響到近代西方的文學教學方法，如何影響？下文追溯一二。

兩千多年前，蘇格拉底在雅典的街道和廣場中開課，運用各種問題來刺激學生尋找真理。他的學徒柏拉圖 (Plato) 在《對話錄》 (Dialogues)

一書中，記錄這個方法說：蘇格拉底就像一個產婆，幫助參與討論的人生出想法；助產過程是一個對話的方式。例如，柏拉圖寫的《米諾篇》（Meno）裡蘇格拉底曾經做過一個示範：他對一個男童提出一系列關於幾何和三角形的問題，沒有做任何的解釋或教導，只用問題引出男童的看法，最後男童逐漸悟出一些幾何的道理。示範之後，蘇格拉底特別交代他的學生米諾（Meno）：不說明、不透露答案才是教學之道。

## （二）杜威、維高斯基、皮亞傑

蘇格拉底的教育觀，可在杜威的思想言論清楚看到。杜威時代的教學現場，已經不是一群人追隨老師在市集或其它公共場所，而是發展到一排排整齊的桌椅教室，跟台灣的教學現場頗為相似。杜威認為這種教育場境、固定課程、一致的教材和機械式的教法，是把知識置於兒童外圍，僅能提供他們接收教材，卻無法刺激他們的心靈；他認為家庭式的學習比較有效，因為家人會跟孩子對話，孩子有機會提問和討論，可以表達自己的觀點，能夠收到回應和自我修正。由本質面而言，杜威提倡的教學法即是蘇格拉底的探究式對話。

台灣的教育家，雖然聲稱尊崇杜威，可是教學方法卻仍接近傳統的儒家單向傳授，教師還是教學核心；尊奉韓愈的「師者，所以傳道、授業、解惑也」，為人師圭臬，流失了昔日書院問答對談的機制，學生永遠是被動的吸收者，缺乏足夠真正的社會互動和探究機會；所謂「江山代有才人出，各領風騷五百年」，五百年才出個人才，學生難以超越老師，青出於藍。

杜威主張的社會化互動教學構思，在歐洲和南美皆有相似的發展，南美教育大師是巴西的保羅·福瑞（Paolo Freire）。福瑞關心農業社會中的文盲大眾，希望百姓能從「沉默的文化」中，透過教育獲得他們的「聲音」，向權威挑戰。福瑞的教學方法就是從師生對話中產生覺知和知識；他認為教師說明學生聆聽的模式是單向的、空洞的，與權威者壓迫百姓的模式相距不遠。

歐洲文化本身即強調語言互動，但學習理論上受到行為學派的影響，在教學法上顯得僵化，直到維高斯基和皮亞傑兩位認知心理學家的思想掘起，才將討論式的教學帶進教育核心。維高斯基是俄國的心理學家，當時，俄國教育尊崇的是刺激和行為反應的古典行為學理論，但是維高斯基認為行為學派的理論把學生看得太過被動，忽略學生個人的思維和動力；在他的認知發展理論中，兒童會主動的參與並影響他的環境，特別是運用有意義的社會互動以獲得自我認知。在教育方面，維高斯基認為語言互動是一



種推動文化的工具，可供兒童跟伙伴進行協同思考，所以，教師應該讓學生多討論，多採用合作模式，以解決學生主動發掘的問題。如此，教師就能協助學生從已有的知能基礎，在個人的最佳發展區域中，獲得進步和認知。教師的功能，是做個思考觸媒，提供有意義、有彈性的作業，提供互動的機會，促使學生對話。現在學校推介的文學圈和提問圈的教學方法，既符合維高斯基的思想，亦是古希臘的傳統教學。

瑞士心理學家皮亞傑主張語言的社會化影響，在機制上和維高斯基的主張略有不同，但在教學法上的意義，卻是一致的。皮亞傑認為兒童和青少年的思維都相當的自我（egocentric），比較堅持自己的思想模式，盡量將外來資訊納入原有的基模（schema）或知識架構（conceptual framework）。這就是「同化」（assimilation）的情形。為求認知上的平衡，學生必須能夠修改自己的知識架構，即是「調適」（accommodation）情形。皮亞傑建議教師在課堂中安排學生互談的時間，因為經由同儕互動，各個當事人必須說明自己的看法以及提出證據，另一方面也讓當事人參考同儕想法，逐漸脫離自我的堅持。皮亞傑研究發現，成人的指導很難改變兒童迷思，但是同儕的意見，較能有效的鼓勵兒童去檢視、批判自己。由皮亞傑的同儕探究，明顯指出不倚賴正確的語言或成人的邏輯，卻比教師的講解說明，更具有效傳達，並能創造新知。這種教學模式在意義上類同蘇格拉底教學法，不過維高斯基和皮亞傑比較強調同儕的互動，把學習者和引導者的年齡層都降低了。

回到美國教育的發展，杜威理論雖然廣受歡迎和尊重，可是他只提供理念，在教學實踐上的細節上著墨不多，因此落實到中小學的速度比較緩慢，早期只見大學應用蘇格拉底式的教學。而將杜威和蘇格拉底的主張推廣到中小學的，則有三位舉足輕重的學者，依年代順序是：阿德勒（Mortimer Adler），羅森布拉特（Louise Rosenblatt）和李普曼（Matthew Lipman）。

### （三）阿德勒、羅森布拉特、李普曼

阿德勒的背景是哲學。他組織了一個叫派迪亞方案（Paideia Program）的統整性課程，並且促成了美國一系列中小學運用這個課程。課程中運用三種教學模式：演講模式（didactic instruction）、教練模式（coaching mode）和討論模式（seminar mode），後者即是藝文的討論，由教師主持作品的探究。阿德勒和他的伙伴人文主義教育小組（Paideia Group）認為任何的學科領域都必須有不同的意見拋擲出來，以便澄清深究；他們建立學生探究團體，分享意見，共同閱讀、發表、傾聽、思辯，互相勉勵。

引導派迪亞方案討論課的教師和蘇格拉底最重要的相同點是：教師引

出學生的思維和想法，學生不知道教師的想法是什麼，知識和概念必須由學生自己建構，這點也跟皮亞傑的知識建構論（genetic epistemology）不謀而合。相較之下，孔子諄諄教誨學徒，建立一家之言，留傳下來的是瞻仰專家、尊師重道、謙虛揣摩、不容質疑師門的學習態度，比較欠缺活潑探究、創意建構的成分。