

「探討式討論活動」 在科學教育上的應用

I 發問 —— 一種促進學習的方法

國立臺灣師範大學 生物系 鄭湧涇

一、前言

在教學上，不管是傳統式的教學或是學生活動為中心式的教學活動，“討論”在學生學習的過程中，均佔極為重要的地位。討論活動主要是指老師與學生或學生彼此間的意見溝通。在這個活動裡，“發問”扮演了極其重要的角色。所謂「發問」，是如何以適當的，具有創意的問題來誘導學生的思考，促進學生的自發學習，以達到教學目標。這種技巧若運用得當，將可誘發學生進行極富創意的互相討論，從而幫助，促進學生的學習。

或許有人認為，“發問”——提出問題讓學生回答，那是再簡單不過的事。事實上，在發問的時機、命題、技巧及運用上，若不稍加注意，將很難達到發問的目的。技巧的、有創意的發問，除了可以引導學生的思考，幫助學生的學習外，還可以促進學生認知（cognitive）與情意（affective）的發展。簡單的說，就是可以幫助學生成長。一個科學教育工作者，在面對學生時，必須要有能力在適當時機，藉提出適當的問題來引導學生的思考及討論。也唯有經由這種教學活動才能適時幫助學生建立自尊、自信，以發展正確的自我觀念（self-concept），建立明確的價值觀（value clarification）。

二、自我觀念的建立

在以往，教師們往往不自覺的忽視了解學生的愛好、興趣以及企望的重要性；因此很少有老師肯有耐心的聆聽學生表達他們的思想和感受或

鑑賞學生的各項才能（talents）。這種現象，尤以中小學為然。像這類教學活動，不但阻礙了老師與學生或學生彼此間的溝通與了解，也扼殺了學生的學習興趣以及剛剛萌芽的成功感。使得學生覺得，除了學術上的才能之外，其他的成就都不能算是才能，因而喪失自信、自尊。這種教學方式是不符合人性（humanism）的。近年來，科學教育學者已經逐漸注意到這種教學方式的缺失，而企圖藉發問活動的講求，發現並發展學生的多元才能（multiple talents）；讓學生在情意及認知發育上，經由多元才能的培養，建立其自信與自尊，進而發展其健康的自我觀念。

泰勒（Taylor）認為每一個人都具有120種以上的才能，發掘並發展這些才能，將可使學生很容易地建立正確的自我觀念；自我觀念的建立是一個人保持心理健康的要素之一。一個心理健康的學生，將來在社會上，也將是一位健全的國民。因此，在科學教育上，多元才能的教學是十分重要的，筆者很願意鼓勵教師們，除了注意學生的學業成就之外，也要兼顧學生的其他方面才能，如：推論、預測、組織、領導、語言、創作、決斷等能力。在評量學生成就時，千萬不能只注意到學生的學業成績，而要以各方面的才能做基礎，也就是說，在評量學生學習成就時，要著眼於學生的“個體機能”，用更符合人性的方式來對待他們，而不是把他們看做“背書機器”。如此一來，學業成績較差的學生，才有機會感受到“成功”的滋味，才能建立其健康的自我觀念。

根據這種想法，在發問技巧上，提出的問題

應儘量兼顧行爲目標的三大領域——智性、情意與技能（psychomotor）；同時應在各領域之各階層間，做一適當的調配，使學生在思考能力，科學技能及心智、情意發育方面，獲致均衡發展。學生在各階段學習活動中，將可獲得相當的“成功”的經驗，許多成功經驗的累積，對學生自信、自我觀念的建立將大有助益。

三、發問也是一種教學

發問活動可適用於各種方式的教學活動，包括：小組討論、綜合討論、實驗活動、教學示範、學生作業、評量以及使用視聽器材的教學活動。要使你的發問活動，成功地達到教學目標非常簡單，只要“儘量別限制學生的思考，問適當的問題”。教學的真義是，安排適當的學習環境，給予學生適時、適切的指導，以引導學生學習的方向，走向成功；而不是要“支配”學生的思考與學習，讓學生做爲一個“是”或“否”的“回答機”；所以，在發問時必須儘量避免問“支配性”的問題，也就是說，學生只要答“是”或“否”；或者“對”或“錯”就可以的問題。適當的問題應該是可以帮助學生思考，而且，可能答案將因學生思考線索的不同而異的問題。這類問題容許各種不同答案的存在，讓學生有機會思索、組織、創作，然後提出符合其思想的答案。所以，在各種教學活動中，如何有效運用發問活動來幫助學生學習，引導學生思考，實爲教學上相當重要的一環。

在上課前，將上課時，擬向學生提出的問題先準備好，經過整理、修飾及評鑑之後，按次序列好，將可有效地幫助你改進發問的技巧及成功的引導討論活動。

四、問題的類型

在討論教學中，你所提出的問題必須要能夠激發學生思考，幫助學生學習。欲達到這個目標，教師必須具備純熟的交互運用各種不同類型問題的能力。你所問的問題，必須要能激發學生的

共鳴，引起學生的交互作用反應，令學生樂予並且主動的參與討論。

不同類型的問題，在發問教學上，各有其功能，使用時不可不注意。通常問題可依下列數種系統加以分類。

1. 趨同性（convergent）與趨異性（divergent）問題

根據可能答案的數目來分類時，問題可分爲「趨同性問題」與「趨異性問題」兩大類。一個問題，若只允許極少數的答案存在，而且意圖獲致一個終結或結論式的反應，這類問題稱爲「趨同性問題」。若一個問題，允許多數答案的存在，而且反應常因學生思考經路的不同而異的，稱爲「趨異性問題」。就同一事實來說，趨同性問題將只能獲得全班一致的短捷答案或“對”、“錯”的反應。這種問題往往限制了學生的思考範圍，往往也會扼殺了學生的創造能力。而趨異性問題，由於它允許多數不同答案的存在，學生的反應常因人而異。爲了追索問題的答案，學生可以做廣泛的思考，發揮他們的創造能力，爲自己的立論尋求支持證據。因此，就問題特性來說，這類問題不但符合人性，切合學生的個別差異，更可因應學生社會、經濟背景的不同，誘導學生做有彈性的反應。

在應用時，只需在發問技巧上，稍加留意，便可純熟運用。現舉一例來說明，以幫助讀者了解。譬如在國中生物的教學活動中，學生將綠豆置於培養皿（內置棉花少許）中使之萌發，每天學生均記錄了子葉及整株幼苗的變化。實驗結束後，於討論活動中，老師應如何發問呢？下面列舉一些問題供各位讀者參考。

1. 綠豆子葉的重量是不是隨萌發日數的增加而減小？
2. 綠豆幼苗的重量是不是隨萌發日數的增加而增加？
3. 綠豆子葉有什麼變化？爲什麼？
4. 綠豆幼苗有什麼變化？你要如何解釋？

以上四個問題的目的都在誘導學生的觀察與

思考；但是在技巧上，問題 1 和 2 只容許是或不是的答案存在，學生只要判斷你的敘述是“對”或“錯”就可以了。這類問題，學生在思考基礎及範圍上缺乏彈性，是一種“是非型”的問題，也可以說是一種標準的趨同性問題。這類問題並不是沒有價值，也並非絕對不可使用，在適當的場合，適切的時機使用，這類問題也有其應用價值；也可達到發問的目的。因此在使用時，不可不慎。問題 3 和 4 可誘導學生經由觀察、思考、分析、評鑑而獲得答案。學生的答案將很可能因其實驗情況，社會經濟背景乃至思考經路的不同而異。目的在啟發學生的思考，訓練學生的科學方法與技能，也因此，答案並不是單純的“是”或“非”；而是在測驗學生如何形成答案及如何為自己的答案尋求理論或實驗的支持證據。在教學及討論時，這類問題將可幫助學生組織知識，做系統思考，是頗值得採用的發問技巧。

2 智性領域與情意領域的問題

極大部分的教師們，通常所問的問題都是屬於智性領域的問題，甚至只偏重在知識或理解的階層。有關情意或技能領域的問題，甚少被提及。這種現象，對學生創造性思考能力（creative thinking）的培養及各項科學技能的均衡發展，甚少助益。或許，有人會說，在小學及國中階段，發問偏重於知識和理解階層是必要的，因為學生的認知發育尚停留在前操作期（Pre-operational）或具體操作期（Concrete operational）；對於高階層的智性操作，無法領會。事實上，除了分析性（analysis）的問題，學生有些困難之外，對於其他較高階層的智性操作，大部分小學及國中學生均還能理解，更重要的是，許多研究者均發現，較高階層的智性問題，可以促進學生的認知發育。只是較高階層的問題，通常需要較長的時間思考，因此，教師們應該給與學生足夠的時間思考答案。一般說來，分析性問題所需的“反應時間”（response time）最長。根據這個事實，我認為，只要於發問教學實施前，先將擬發問的問題依適當的智性操作階層安排好，將

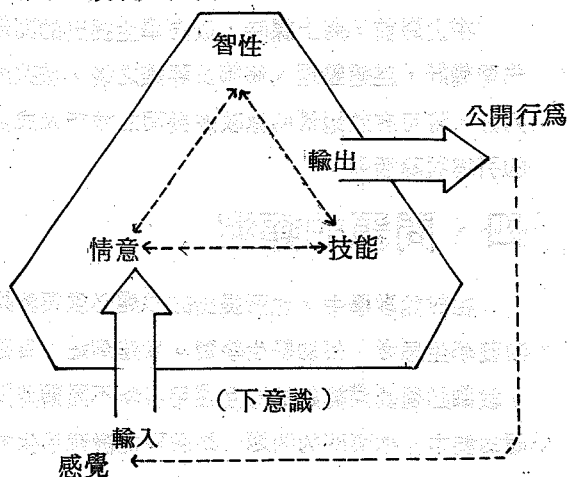
可於教學上發揮極大的功效，對於學生的認知發育，也將大有助益。

此外，於發問時，也應於問題的選擇及取捨上，做有系統及均衡的講求，務使問題能夠於智性、情意以及技能三大領域內，做適當的調配，以促進學生各方面科學素養的均衡發展。現舉例說明情意與技能領域的問題如下：

※情意領域：在學過生態學的食物鏈之後，你對環境污染的問題有何看法？

※技能領域：在學會青蛙的解剖方法之後，你要如何解剖一條魚？為什麼？

情意與技能領域的發問活動，將可使學生獲得“成就感”，學生將因其意見、感覺的獲得表達而產生成就感；對於自己的才能也逐漸有自信，進而建立其健康的自我觀念。而且，學生的認知發展與情意發展是相輔相成的；愛斯（Eiss）和哈貝克（Harbeck）以下圖來表示行為目標三大領域之間的關係；他們認為情意領域的學習是學生各方面學習與評量過程的核心；情意領域的學習是各項學習歷程的起始點；它可誘發學生自願、自發的智性及技能方面的學習。在這種情意領域的學習中，通常都涵蓋了價值觀的建立，學生將可因其獨特價值系統的逐漸成熟，使其社會行為有所根據，進而修正其行為，使之更臻完美，因而可以建立起自信、獨立的完美人格。因此，在發問活動上，如何以情意領域的發問活動，建立學生的個人價值觀，實為做為一位傑出科學教師不可或缺的修養。



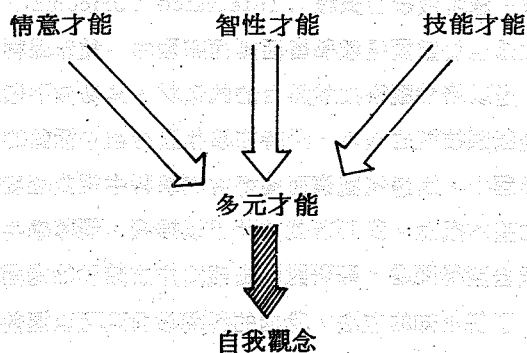
3 依科學過程來分類

問題亦可依回答該問題所需的科學過程來分類。這種分類方式，於實驗進行中或實驗結束後的小組討論及綜合討論中，佔極重要的地位。假若於事前先將擬討論的問題，做適當的安排，則於討論過程中，學生將可於你的發問誘導之下，將所學的科學概念，科學過程技能，做有系統的組織與消化。

這些科學過程 (scientific processes) 包括：

- | | |
|-------------|---------|
| ①分類 | ⑦觀察、記錄 |
| ②假設 | ⑧圖表製作 |
| ③預測、建立假說 | ⑨減少實驗誤差 |
| ④推論、解釋資料、結論 | ⑩評鑑 |
| ⑤測量 | ⑪分析 |
| ⑥設計實驗、解決問題 | ⑫綜合 |

在發問討論活動前，應先將問題逐一分析，找出該問題擬發展的科學概念或過程，並將問題在各項科學過程中，做一合理安排，以培養學生的評價思考能力 (critical thinking ability)。就科學概念與科學過程的學習歷程來說，科學概念的學習，受智性領域的教學目標的影響較大；而科學過程的熟練則受技能領域的教學目標的引導較多。而一個正確合理的科學觀，應該是概念與過程並重的科學教學。科學概念與過程的平衡，在基本上則是智性、情意與技能三大領域之間的平衡發展。這三個領域的教學若能達到平衡，則當可相輔相成以發展學生的多元才能；學生多元才能的培養和發展，將可帶給學生滿足、健康的自我觀念。這個發展層次可以下圖來說明：



因此在發問的時候，我們必須在各層次科學過程之中取得平衡；以發問方式，發展學生的各種科學過程技能。現舉例說明此類發問技巧如下：

科學過程	發問
※觀察	魚於水中如何運動？
※假說	假若本市人口在四年內增加一倍，則環境污染將是何種情況？
※設計實驗	你要如何測定殺蟲劑污染對水生生物有何影響？
※圖表製作	你要如何以簡單曲線圖來表示溫度對水蚤心跳的影響？
※減少實驗誤差	為了使你的實驗結果更為正確，你應如何改進實驗？
※評鑑	五次實驗所得結果的平均值與一次實驗的結果何者較趨近實際值？為什麼？
※推論	由本實驗結果，你的結論為何？
※分析	依據生態學的觀點，溪流中生物逐漸減少是何原因？

五、評鑑問題的方法

提出適當，有創意的問題並非一蹴可及的；必須在平時在問題的用字及意義上，時加注意，方能逐漸去除不適當的問題，使你的發問活動生動而富啟發性。以下是一些在發問活動時，值得稍加注意的事。

- 1 將擬提出的問題列出，依發問的先後次序排好。
- 2 列出每一問題擬發展的科學概念及（或）科學過程。
- 3 依前述問題的分類系統，將問題歸類。如：智性的、情意的或技能的；趨同性或趨異性等，分配是否適當。
- 4 注意問題之中，是否有“評鑑性” (evaluative) 問題，“價值觀” (value) 問題存在。這兩

類問題需要學生進行分析、評鑑、判斷以及建立價值觀等此較複雜的心智操作。因此，適當的發問活動必須涵蓋這兩類問題。

5. 注意問題之中，是否可發展學生的“理性推理能力”（reasoning ability）及“解決問題能力”（problem-solving ability）。

6. 檢視各問題，看是否在思想結構及過程上，均與學生的認知發展期配合〔依皮亞傑（Piaget）的認知發展理論〕？

7. 回答問題所需之思想歷程是否符合“探討”式教學？

8. 能否經由這些問題發掘學生的多元才能？

9. 問題之中，有沒有任何足以限制學生創造性思考的命題在內？

10. 是否全部學生都有機會參與發問討論活動？

11. 你期望的答案是什麼？

六、結語

科學教學的短程目標在訓練學生具有創造性的思想能力；也在訓練學生經由科學概念及過程的了解與運用，進而培養其解決問題的能力。而其長程目標則在培養具有基礎科學素養、心智健全的國民。欲達到此目標，在科學教育上，必須培養學生健康的自信、自尊以及完整的自我觀念。欲培養學生健康的自我觀念，必須讓學生有機會發展其各項多元才能。而經由發問活動及探討式的學習則是達到此目標的捷徑。

總而言之，發問的目的並不是只為評量學生的學習成就，或只為了解學生學業的進展情況而已；更積極的說，發問應該是一種啟發、引導學生的思想及創作的工具；經由發問活動，可以培養學生健全的人格及進取、自信的人生觀，達到教育的目標。〔編者按：本文尚有Ⅱ溝通—討論活動的要素，Ⅲ發展創造能力的討論教學，以後將陸續刊出〕

參考資料

1. Daniel S. Arnold, Ronald K. Atwood and Virginia M. Rogers, Questions and responses level and lapse time intervals. J. Exptl. Education Vol. 43, no. 1 Fall

1974.

2. Patricia E. Blosser, Handbook of effective questioning techniques. Worthington, Ohio, Education Associates, Inc., 1975.
3. National Science Teacher's Association Committee on Research in Science Teaching. Ask a higher-level questions, Get a higher-level answer. The Science Teacher, 43(4):23, 1976.
4. Louis E. Rath, Merrill Harmin, and Sidney B. Simon, Values and Teaching, Charles E. Merrill Publishing Co., 1966, Columbus, Ohio. P. 243-245.
5. Robert B. Sund and Arthur Carin, Creative questioning and sensitive listening techniques, A self-concept approach. 2nd ed. Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus, Ohio 1978.
6. Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge, Teaching science by inquiry in the secondary school, 2nd ed. Charles E. Merrill Publishing Co., Columbus, Ohio, 1973.
7. Calvin W. Taylor, Multiple talents approach teaching scheme in which most students can be above average, The Instructor. April, 1968:27.

（上接 26 頁）

學生建立一個穩健的科學行動的基礎。近年來，有一種叫做統合課程（Integrated Curriculum）就是由於重視這種學習活動而開發的一種新課程，是以培養觀察技能為目的的教材，其功效不僅是觀察技能的獲得，同時在學生進行觀察活動的過程中，因透過觀察而獲得有關學科中相當程度的基本概念。我們若能據此予以推廣，領導學生親自發現問題，藉研討活動親自作成結論的過程，了解求知的方法，我國的科學教育就可以邁前一大步了。