

「探討式討論活動」在科學教育上的應用

Ⅲ、發展創造性的討論教學(上)

國立台灣師範大學生物系 鄭湧涇

未考慮教學狀況和目的，因而「花式」固然美妙，但是却缺乏實際性，無法達成教學目標。

壹、前言：

一位剛出道的農業專家到農村去指導農民們改進水稻的耕作技術，他以科學的理論和精確的數據，指導農民整地時，應該翻土 42 公分；插秧時，株距應該 28 公分，行距應該 32 公分；施肥時，應該……；除草時，應該……等等。兩個月後，當他看到水稻長得十分青翠茂盛時，他頗為自得。四個半月後，水稻收成了，他再去探望農民們，農民們却哭喪著臉對他說：「先生，你的方法既科學又漂亮，可是你忘了告訴我們每公頃將比原來的耕作方法減產 1234 公斤呵！」。雖然這不過是一個故事，但是，類似的事實却經常在我們的周遭發生，科學教育也不例外。在科學教育的改革運動中，有時我們往往會因為太刻意追求教學過程、方法和花樣的新穎多變，而忽略或忘記了運用這些方法的最適時機和最終目的，就如同故事裡的那一位農業專家一樣。

在前兩篇有關「發問」和「溝通」的拙作中，筆者已經將探討教學的過程、技巧和部份教學媒介做了簡單的介紹。現在，我們要問，為什麼我們要運用探討式的教學呢？探討式教學有什麼優點？它的最後目的又是什麼呢？換句話說，筆者不希望，在前兩篇拙文裡，我們所討論的一些探討式教學的技巧和方法，由於在運用時，

貳、探討教學的意義和目的：

在 1950 年代科學教育改革運動開始以前，科學教育的目的多偏重在知識的記憶和智性的學習，因此，在教學上，特別強調科學概念的系統性和完整性，講求科學知識的整體灌輸，冀期學生能鉅細無遺的學到（其實只是記憶）所有科學知識。可是在 1950 年代以後，由於科學的快速發展，知識的累積輒以倍增，要求學生記憶全部知識，事實上已不可能，於是在 1950 年代以後的科學教育改革的同時，在科學教學上也有了極大的轉變，科學教育家們不再特別重視知識的傳授了，他們開始在教學上強調經由科學概念的學習，培養學生的科學過程技能，發展學生的創造能力。要達到這個目的，顯然的，傳統的講演式教學已經無法勝任，因為，知識的記憶和理解，往往很容易造成「假學習」，亦即對相同或類似的情況，無法「遷移」其既得的學習。而探討式教學，由於在教學過程中，要求學生親自進行觀察、發現和解決問題、收集和分析資料、建立和驗證假說等探討活動，因此，學生有絕對的參與感，有充足的時間和機會思考，乃能啟發其創造思考（Creative thinking），達到發展其創造

才能的目的。科學教育學者們常說「參與度愈大，學習愈多」，探討教學提供學生極大的參與性，也因此，其學習也就多了，當然，這些學習不再是表面上的假學習，而是「有意義的學習」(Meaningful learning)了。

有關探討教學的要素和特性，美國北科羅拉多大學科學教育系主任卓播禮博士在民國六十六年十二月於師範大學科學教育中心的演講中(卓播禮，民國六十七年)，已經做了詳盡的介紹。依筆者的管見，探討教學的極致應該是，能夠因應學生的認知發展狀況，因應教室裡的教學環境、學習氣氛，以及學生的背景和個別差異，靈活的運用各種進行「討論活動」的媒介，以啟發學生的批判思考(Critical thinking)、創意思考，發展多元才能和創造性。而欲達到此境界，首要之務則在如何於討論活動中，安排適當的「創造環境」(Creative environment)。因此，在本文裡，筆者將就如何靈活運用各種討論活動的媒介和技巧，以培養教室裡的創造氣氛，來加以探討。

參、發展創造性的科學教學：

一、創造性的科學教育內涵：

最近一個世紀以來，隨著高度的工業和技術發展，人類社會對於創造才能的倚重也愈來愈深，我們殷切的依賴具有創造才能的人，能夠不斷的為人類社會的進步提供解決問題的新方法，設計新的器具，推動科學的新發展等。也因此，如何發掘、培養和發展學生的創造才能，乃成為當前科學教育上必須特別重視和講求的主題之一。所謂「創造性」(Creativity)，就科學教育的眼光來看，至少應包括下列兩種界定。第一，提出的概念、構想或設計對整個人類社會來說，是全新的，從未有人發表過。第二，提出的概念，構想或設計，對提出者個人來說是全新的(

Sund and Trowbridge, 1973)。在科學教育上，筆者認為，我們所要培養、發展的應該是第二種界定中所謂的創造性，因為第一種界定所說的創造性，除了天才之外，是很難一蹴而就的，它必須由第二種界定的「創造性」，經過長期的陶冶方能達到。可是很不幸的，今天，在科學教學上，教師們往往反而不自覺的認定第一種界定下的創造性，而忽略了第二種界定的創造性在教學上的重要性，因此，在科學教學的過程中，往往給予學生太多的「挫折感」，終而扼殺了學生的學習興趣和創造性。因此，在此筆者要呼籲各位科學教師，在教學時應該儘量鼓勵學生提出他自己未曾有過的「創意」，而以第二種界定來鼓勵學生發展其創造性。因為只有在這種界定之下，大多數學生才有機會完成其「創造」，科學教學才能幫助學生「自我實現」(Self-actualize)，這樣的科學教學才能季季豐收，而不致因貧瘠無獲而索然無味，更重要的，也才是符合人性(Humanistic)的科學教學。

二、如何知道學生具有創造才能？

在科學教學上，假若能夠適當的運用發問技巧，並留心學生的反應，便不難發現學生的創造才能，因為，他們都具有下列某些特質。

就能力來說，具有創造性的學生，能表現下列五項特質(Sund and Carin, 1978)。

1. 流暢性(Fluency)——對同一問題，可提出數種相似的想法。

2. 變通性(Flexibility)——對同一問題，能提出各種不同階層的意見。

3. 獨創性(Originality)——能提出與眾不同的想法或意見。

4. 精緻性(Elaboration)——對於各種想法或意見，能提示運作細節。

5. 敏感性(Sensitivity)——對某一情況能迅速反應，並考慮各種可能發生的問題。

此外，就動機、智性以及個性上的表徵來說，具有創造潛能的學生，會表現下列特徵（Carin and Sund, 1975）。

①好奇心（Curiosity）：有好奇之心，才能進行科學探討活動，而樂之不疲，所謂「好奇為創造之母」。

②機智性（Resourcefulness）：對於各種問題、情況均能迅速適應，且主意多，富變化。

③渴望去發現。

④喜歡處理困難的工作。

⑤能享受解決問題的樂趣。

⑥願意獻身於工作。

⑦思路敏捷且富彈性。

⑧對問題之反應敏捷，構思慎重而且變通性大。

⑨綜合及透視問題內涵的能力特強。

⑩積極的探討精神。

⑪知識淵博，涉獵廣泛。

在科學教學過程中，運用適當的發問技巧，將可輕而易舉的鑑別學生的創造才能，進而安排創造環境，鼓勵學生發展其創造性。一般來說，具有創造才能的學生，其分析、綜合以及抽象思考的能力亦較傑出，因此，在進行科學教學評鑑時，嚐試多用高階層心智操作和多元才能式（Multiple talent）的評鑑方式，亦將有助於創造性的鑑別。

三、發展創造性的科學教學媒介：

在前文「溝通：討論活動的要素」（鄭湧涇，民國六十九年）裡，筆者曾簡單介紹了幾種在科學教學上值得嚐試一用的媒介，這些媒介在運用時，必須注意其內容或概念的呈現方式，務使其在思考歷程上，能保持最大的彈性。換句話說，必須讓學生在學習的過程中，有機會發展其「創意思考」、「批判思考」和「獨創思考」（Original thinking）。因此，在科學活動的安

排上，筆者建議最好以「教師引導式」（Partially guided）和「自由探討式」（Free inquiry）的方式來組織，以發展學生的個性和興趣，啟發其創造才能。

（一）圖畫謎（Pictorial Riddles）：

圖畫謎在科學教學上，假若運用得當的話，至少將可達到下列數項目標：

1 啟發並發展學生的「創意思考」。

2 刺激學生的「邏輯推理」（Logical reasoning）和「演繹思考」（Deductive thinking）。

3 發展學生的「垂直思考」（Vertical thinking）和「側向思考」（Lateral thinking）。

4 有助於發展學生的「右腦半球功能」（Right-hemisphere functions）。

5 啟發學生的「獨創思考」。

6 兼顧了學生的個性、背景和興趣，為一完美的多元才能式的教學（Multi-talent approach）。

依筆者的經驗，圖畫謎是最能發揮探討式討論教學的媒介之一，因為它具有下列特色：

①生動有趣。

②全班、小組以及個別化教學均極適用。

③科學內容之安排與呈現極有彈性，不論簡單或複雜的概念均很容易表現。

④可以因應教學環境、狀況以及對象，彈性選擇使用媒體，諸如OHP、幻燈機、卡片、壁報板、紙盒或實物或者黑板等。

⑤設計簡便。

由於圖畫謎的內容、運用具有很大的彈性，因此必須自己製作，其設計和製作的方法如下：

①選好想教或擬討論的主題或概念，亦即明確訂出該圖畫謎的教學目標。

②再將擬討論的主題，以簡單的圖畫或卡通表

達出來其取材方式有二：

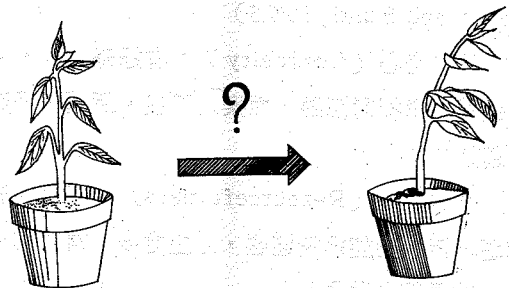
I. 依照自然界中常見的狀況或現象，簡單以圖勾劃出來；或擷取報章雜誌上適用的圖片或照片等，如圖一即屬此類。



1. 這些東西可以在何種動物身上發現？
2. 它們的主要功能為何？是否都一樣？
3. 何者最適於飛翔？你如何知道？
4. 何者適於防水？你如何知道？
5. 何者最適於保溫？你如何知道？

圖一 圖畫謎之一（單一型）。

一現象或原理，如圖二即是。

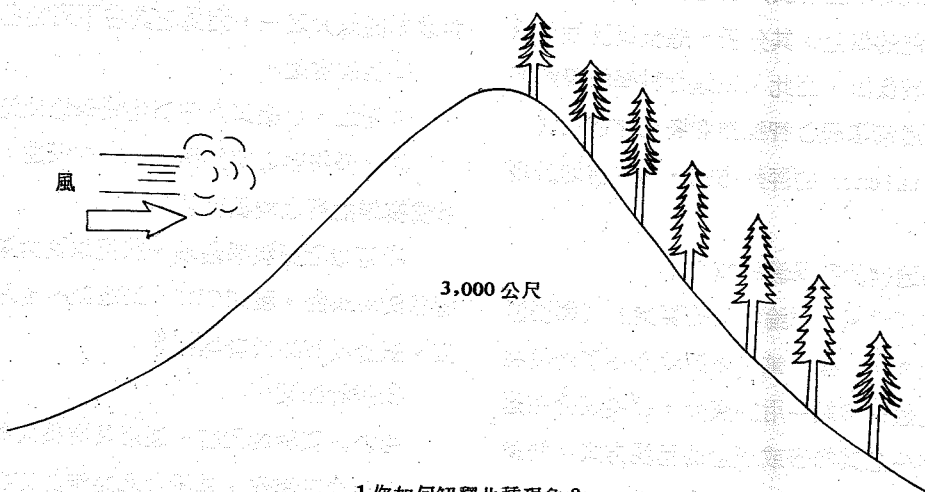


1. 你能解釋這種現象嗎？
2. 有那些原因狀況可能造成此種現象？
3. 你能簡單說明其發生機制嗎？

圖二 圖畫謎之二

II. 依照自己的想像，以圖畫方式，表現某

③設計圖畫時，有時可以使之與主題不符或某部分是錯的（如圖三），然後在教學時要求學生指出錯誤之處，別忘了要學生說明理由。



1. 你如何解釋此種現象？
2. 這種現象在生態上有何意義？
3. 本圖有錯嗎？若有錯應如何更正？

圖三 圖畫謎之三

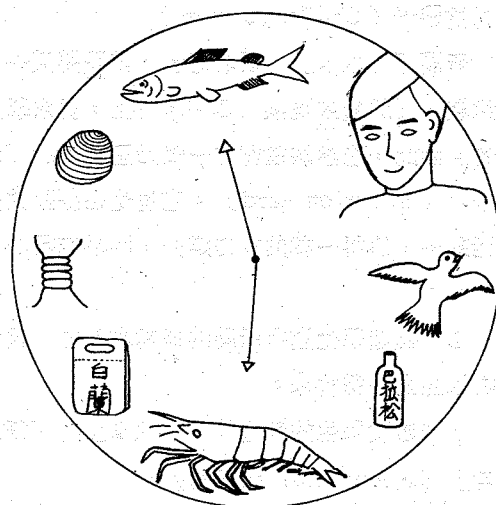
④再以一些趨異性發問啟發和引導學生的思考（參考圖一、二、三）。

⑤將以上設計的圖畫和發問，依照你的教學狀況的需要，呈現在擬使用的教學媒體上，例如：OHP 透明片、幻燈片、硬紙卡片等。

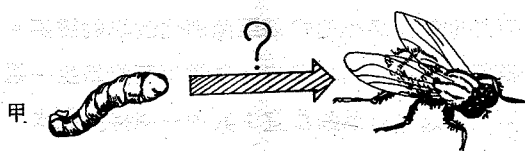
就結構和內容的層次來說，圖畫謎可以有下例四種表現型：

1 單一型（Simple type）：由單一圖畫構成，表現某一科學現象或概念（如圖一）。

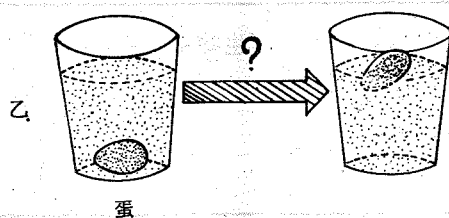
2 前後型（Before and After type）：兩個圖畫共同組成一個圖畫謎，表現某一科學現象或過程發生前後的情況（如圖四）。



圖畫謎之五（鐘面型）



4 立體型（Three-dimensional type）：將一系列相關的科學事實、現象、概念或過程，以三～六張圖畫表示，分別呈現在每邊約三十公分的紙盒或立方塊上，標示其次序（如圖六）。

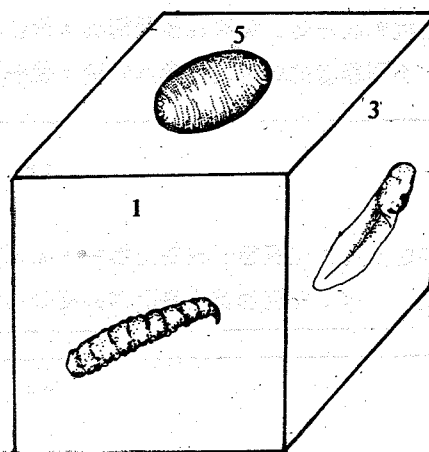


1. 蛋為何上浮？
2. 你如何解釋這種現象？

圖四 圖畫謎之四（前後型）。

甲生物教材

乙化學教材



1. 你如何解釋 1 → 2 的現象？
2. 3 → 4，與 5 → 6 與 1 → 2 是否相似？
那一方面相似？

圖六 圖畫謎之六（立體型）。

3 鐘面型（Clock type）：以鐘面為主體，表現科學事實、現象或概念（如圖五）。

(二)挑戰卡 (Challenge card)

所謂「挑戰卡」，顧名思義，就是將某一項「挑戰」（問題或現象）寫在卡片上，要求學生回答。因此，它應該還配有一張乃至數張的「解答卡」（Solution card）。它也是在探討式討論活動中，值得一試的有力媒介，因為它具有下列特性：

1 能激起學生進行活動的興趣和毅力，因為它對學生是一種挑戰。

2 能啟發學生的創造性，訓練學生的「循序思考」（Sequential thinking）。

3 要求學生進行科學探討，以尋求解答。

4 容易設計、製作。

5 在教學上，能真正達到學生活動為中心。

通常，「挑戰卡」的內容由兩部分組成，第一部分是「現象或概念描述」。在設計時，將擬討論的概念或主題，先加以簡單的說明，這一部分事實上就是該挑戰卡的教學目標。然後再根據擬討論的概念，提出一個或數個「挑戰」，當然這些挑戰最好是由趨異性發問構成，俾讓不同背景、不同程度的學生均能參與討論，使較遲鈍的

學生（Slow students）也能滿足其參與感，進而獲得成就感，以建立其自信、自尊、發展健康、積極的自我觀念。

至於「解答卡」則包括下列四項內容。

1 探討主題：針對為解答挑戰卡的發問而設計。

2 探討方法：包括進行探討活動的器材、步驟、技術及說明等，讓學生可以實際進行探討活動或「乾實驗」（Dry lab.）。

3 探討結果：活動結果之闡釋和討論。

4 新挑戰：假若探討活動的結果可以解決挑戰卡的發問時，本項可以刪除，若尚無法圓滿解決挑戰卡的發問，則再設計新挑戰，以尋求解答。

挑戰卡的設計不但適合全班式的討論教學，而且也能滿足小組式甚至個別化教學的需要。在進行小組式討論教學時，通常以兩位學生一組，兩組一起進行活動為宜；其中一組持挑戰卡，另一組則選擇解答卡，下次則兩組角色更換。為了使讀者充分了解「挑戰卡」的設計，今舉一與現行國中生物教材有關之實例如下：

** 挑 戰 卡 **

(生物 4 - 4)

◎問題描述：綠豆種子種在土壤中，數天之後便長成一株幼苗。

※挑 戰：綠豆幼苗生長所需的養分由何處獲得？

** 解 答 卡 **

(生物 4 - 4 - ①)

1 探討主題：植物種子萌發時，子葉有何變化？

2 探討方法：①取綠豆 40 粒，泡水二小時。

②拿一套培養皿，內襯棉花少許，並澆些水。

③將綠豆播種在培養皿內的棉花上，保持潮濕。

④每天觀察，並摘取四株幼苗，將子葉和幼苗分開，分別秤其重量。

3. 探討結果：

天 數	1	2	3	4	5	6	7	8
幼苗重量								
子葉重量								

①你能將你的探討結果以簡單的曲線圖表示嗎？

②你要如何解釋探討的結果？

③你對於你的探討結果滿意嗎？



4. 新 挑 戰：①子葉的重量為何逐漸減輕？

* 你想知道嗎？看一看「解答卡4-4-②」。

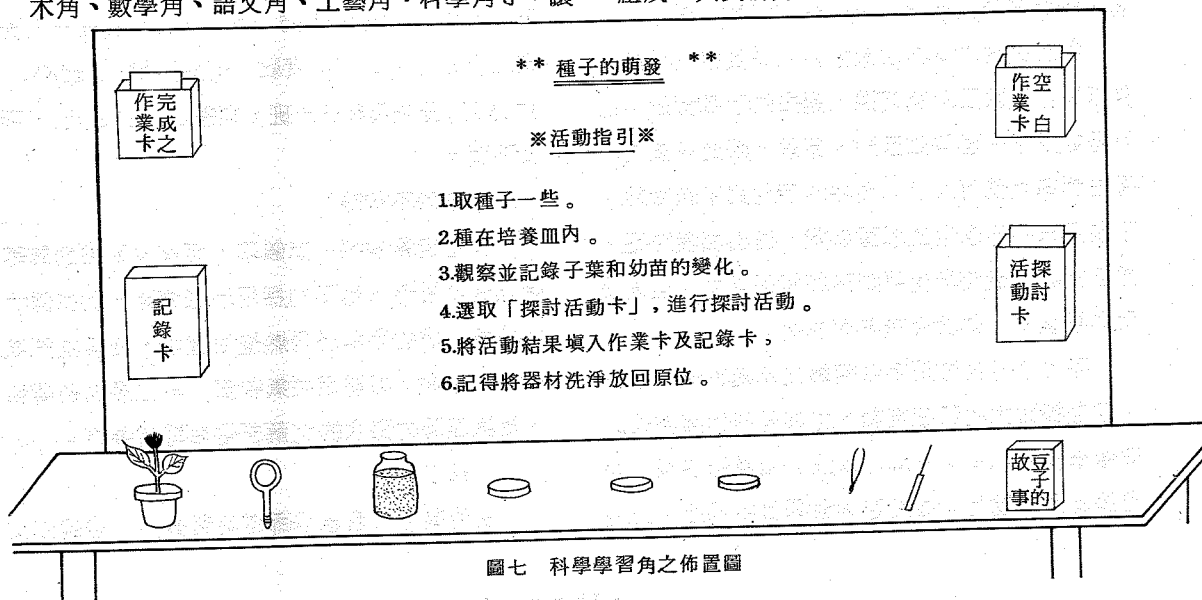
②是不是所有植物的種子萌發時，子葉的變化都和綠豆一樣呢？

* 有興趣嗎？請看一看「解答卡4-4-③」。

(二)科學學習角 (Science Learning Center)

在教室的一個角落或靠牆的邊桌上，佈置一個可以供2~8位學生一起進行簡單的探討活動的環境，稱為「科學學習角」。其實，這種型態的教學，在國內許多上軌道的幼稚園中，已經行之有年了。這些幼稚園在教室裡的某些空間，擺放一些相關的玩具、讀物或活動，分別稱之為積木角、數學角、語文角、工藝角、科學角等，讓

兒童依照自己的興趣自由選擇，老師則分別計數每一兒童在一段時間（如一個星期）內，到某一角去的次數，來鑑別其興趣和性向。「科學學習角」的構想與上述幼稚園的「活動角」相同，惟在內容上要複雜些，通常由活動指引、探討活動卡 (Activity cards)、作業卡 (Worksheets)、記錄卡、實物和器材以及參考資料等六部分組成，其安排方式請參見圖七。（待續）



圖七 科學學習角之佈置圖