

科學教學方法——理論與實際(六)

錫倫的集體探討模式

楊榮祥

國立臺灣師範大學生物系

「人家辛辛苦苦作好的鳥仔踏，怎麼可以隨便拔掉，還罰錢呢？」

「誰說隨隨便便？人家是根據……什麼管理法……」

「國家公園管理法！」

「對對對！國家公園管理法。在劃定公園的範圍內不准獵捕任何野生動物的啊。」

「抓一些野生的伯勞鳥（見封面圖）有什麼不對？又不是誰家養的。」

「是啊，紅尾伯勞鳥在每年春秋兩季都一大批成羣飛來。我們不抓牠們也要飛走，別人也要抓啊！」

「人家才不像我們那麼殘忍，那麼漂亮的小鳥，只是過境的鳥，抓來就烤……」

「這些伯勞鳥究竟從那裏飛來？飛向那裏？」

「秋天時，牠們從北方飛來，往南方。……」

「春天時由南飛向北，對不對？」

「對啊，但聽說別國家的人，不單不抓這些鳥，還定有法律保護牠們呢！」

「可是，我們家祖先代代，每年在春秋，牠們飛來時，都要插鳥仔踏，抓伯勞鳥，烤牠，就擺在汽車站附近賣給觀光客。」

「賺點外快—」

「人家觀光客也喜歡嚐嚐野味…」

「什麼野味，簡直野蠻…」

「怎麼可以罵人了？這些鳥一大羣的飛來，把我們田裏種的東西都吃光了？牠們是害鳥，該抓！」

「誰說牠們是害鳥？牠們是益鳥，牠們會吃掉一大堆田裏的害蟲！抓益鳥來烤，不是野蠻，難道是…」

「你不抓牠，牠們反正也要死，聽說紅尾伯勞體內都有一大堆寄生蟲，牠們飛離台灣以前就要死掉的…」

「好了，好了，不要吵！」老師適時介入。他繼續說：「你們說的都有道理，但是，我們說話都要有具體的根據，不能隨便聽人家說什麼，就說什麼。究竟該不該抓紅尾伯勞鳥？這確實值得大家來了解的問題。我們怎樣來研究呢？」

「老師：我們來個分頭調查，好不好！」

「對，跟上次一樣！」有人附議了。

「好的，可是這一次要怎樣分工？」

「我們三人來訪問國家公園管理處…」

「你們要向他們問什麼？」

「問他們為什麼要禁止捕鳥？」

「問他們，他們憑什麼要拔掉大家插好的鳥仔踏。」

「好的！還有誰…」

「我要到老莊家看看」

「誰是老莊？」

「老莊，他是本地最有名的抓鳥專家，他已經六十多歲，他不單抓伯勞鳥，每年都要抓許多灰面鶯，他要賣給日本人，他賺不少外匯！」

「日本人買灰面鶯做什麼？難道他們要烤灰面鶯來下酒？」

「才不！日本人喜歡擺個像灰面鶯這樣勇猛的標本…」

「究竟你要問老莊那些問題？」

「多的很！我要問他，伯勞鳥的體內是不是真有寄生蟲，牠們在我們田裏吃什麼，我想他一定很了解！」

「好的，還有誰，要調查什麼？」

「我們要訪問些觀光客，問他們對烤伯勞鳥的看法。」

「注意，要問不同身分和不同立場的人」

「我知道，我們會分類統計。」

「我們先要做個問卷…」

「要不要到圖書館找些書來看？…要不要老師幫你們介紹生態學家來跟大家談談？………」

在杜威（John Dewey）所著民主與教育（Democracy and Education）中，他曾建議說：學校的組織應如同一個民主的縮圖（註1），學生參與社會系統的發展，經由其親身經驗逐漸地學會應如何運用科學方法，以改善人類的社會。杜威的看法正符合現代科學教育的基本目標：為培養具有科學素養的未來公民。

錫倫（Herbert Thelen，註2）的「集體探討模式」是很接近杜威所建議的教學方法。這種教學模式將民主過程（democratic process）與學術探討的過程（process of academic inquiry）統合為一，成為一個特殊的教學策略（teaching strategy）就像一般實驗主義的理論家一樣，錫倫也是經驗主義者，他認為經由親身經驗所得的知識或技能，都可經由生動活潑的探討活動，而應用於日常生活中新的各種情況。

目標與假設

錫倫認為：人的社會是由人與人所共同建立的規則（rule）與承諾（agreement）所組成。無論人們對於社會發展有何不同意見，都無法否認「人的生活就是社會」沒有任何一個人能夠脫離社會而單獨生活。為建立合理的社會秩序，人們往往不得不面臨「禁制（prohibition）」與「自由行動（freedom of action）」之間的抉擇。

教室像是一個小社會，有其社會秩序，也有其特殊的「教室文化」。學生們關心教室裏他們的生活方式，生活的基準，也各有其期望與理想。因為學生們都會關心其社會秩序的建立，教師應妥為領導這種自然流露的關心，幫助學生建立正確的社會價值觀念。在社會中，人們常以磋商的方式來處理問題。錫倫所倡導這種教學模式

就是模仿這種處理方式，經由磋商 (negotiation) 的過程，讓學生學到學識，並且實質參與解決問題的活動。

錫倫反對傳統的教室管理觀念。他認為教室內繁多「禁令」或「規矩」，往往只為取悅於教師，討好參觀人，而對於教育價值却少有貢獻。他認為教師應特別注重教室裏面社會秩序的發展。教師必須引導學生都能積極參與教室內發展社會秩序的活動。教室裏的活動，事實上就是一連串探討 (inquiry) 的過程。每一項「探討」活動，都要從學生所能「反應」或「探討」的基本問題開始。根據所提供之基本資料，學生先要確認其所要研究的問題，分析解決問題所需之角色 (role)，分配並組織各生所扮演之各角色，執行後提出結果報告，最後評論其研究結果。為有效進行這些步驟，學生們必須閱讀有關資料，進行個別調查，甚至還要找專家尋求更具體而深入研究的意見。整個羣體所關心的是團體的有效性，以及根據調查目標所進行的過程。(註3)

關於民主過程 (democratic process) 的學習活動，即使杜威學說的擁護者，往往都會忽略民主過程與實際生活的關聯。假如，教育脫離現實的生活，那是違背了杜威與錫倫所倡導的民主過程與科學方法的原則。簡言之，科學教室應該就像現實社會的縮影，用科學的方法，運用民主過程，以解決大家所面對的問題。

基本概念

錫倫的模式含有：(1) 探討 (inquiry)，(2) 知識 (knowledge)，及 (3) 學習羣原動力 (the dynamics of the learning group) 等三個基本概念綱領。

探討：當學生意識到問題後，才有探討活動，而經過探討過程之後，他們獲得新的知識。探討活動的第一要素就要使學生感覺得到困惑的問題。在教室裏，教師應能選擇適合學生們進行探討活動的問題內容。例如，為什麼不准抓伯勞鳥，為什麼我們社區的河川（例如高雄的愛河）會變成現在這個樣子（又臭又黑）？但，光是提供問題，使學生覺得困擾，不一定就能掀起一連串有效的探討活動。教師宜設法令學生感覺到，或體會到那是他們切身有關的問題。無論學生在探討過程中，要扮演探討員 (inquirer) 或觀察員 (observer)，所提的問題應能使學生們關心並參與問題。因為探討活動本身就是一種社會性的過程，學生們應能在互相觀察彼此的反應中，扮演其自我觀察的角色。彼此間不同的反應、看法、感觸 (feeling) 也都是學生們在探討活動中應感覺到有興趣和有意義的事情。

雖然教師可提供問題情況給學生探討，但，辨認問題、組織問題、以及解決問

題的過程，都要由學生採取主動進行。探討活動應該讓學生由親身經驗來學習，來發現新的知識。學生應能應用其所學科學過程技能，以收集資料，換起舊經驗聯結新資料，以建立並試驗假說，評鑑其探討過程，修訂其探討計畫。

如此，學生們經由探討過程發展其反省思考的技能，並培養其運用語文行為以參與綜合性活動的能力，根據直接經驗，以形成適當的結論，並設法與原有的理念統整成為新的知識體系。

錫倫曾親自提出下面二例來說明所謂探討的意義，並區別探討與活動(activity)的不同。第一個例子來自某地方小學高年級的課，其主題為「動物的家族」教師要求學生組織幾個小組來研究這個問題，然後根據所收集的資料，來演一齣戲。學生們經過一番商議之後，決定先以土撥鼠的家族為研究對象。下面是他們研究過程的概述。

首先，他們列出所要演戲的演員名稱，例如：土撥鼠的父親、母親、嬰兒，農家的男孩、雞、牛、蛇…等。同時也列出他們所要解決的問題。例如：土撥鼠平常都吃些什麼？牠們怎樣生活？牠們怎樣打發時間？牠們有多大的家族？牠們有那些天敵？等等。學生們分頭尋求這些問題的答案。他們收集許多有關土撥鼠的科學書

籍、小冊子，或請教科學老師或動物園的專家們。還有不少小朋友要求其雙親要帶他／她們到狄斯耐樂園去實地觀察土撥鼠的生態。

他們將其所觀察並收集的資料，寫成報告。於是他們所要演的戲也就慢慢地形成了。這齣戲是以動物的家族生活為背景，討論其各個成員之間的相互影響。他們所搭建的舞台上還有幾個活動佈景，使其表演更為逼真。這齣戲共表演六次，每次都更換不同的一批演員，每一位學生都表演至少兩種不同的角色。他們的戲並沒有腳本，只有每個角色原則性的默契。每演過一次之後，小朋友們都圍在一起討論他們所演角色，交換所經驗的感觸與所得知識。

另外一個例子是一社區中學社會科學的課。這一班學生正在準備攝製有關社區歷史的電視節目。首先他們要觀察幾個歷史古蹟，收集有關資料，並攝製照片以供記錄。

他們找到先人所遺留下來的古塚，其中二位學生用照相機從南邊的方向拍攝下來。因為他們認為這個方向的光線似乎最好。然而他們卻沒有注意到北面的山坡面，因地表受侵蝕而暴露出來許許多多古人的遺物，也有些化石。他們之中另有兩位學生，用了整整兩個下午的時間根據他們老師所

供給的地理書，繪製有關本地區農產物生產情形的曲線圖，有些同學則忙著用彩色紙條和筆，以裝飾這個曲線圖。還有些學生從家裏搬來些古董來擺設，上面還附了幾個字的說明。他們又選出一個儀表端莊口齒伶俐的學生來擔任解說員。

上面這兩個例子雖然都是學生的集體學習活動。但，這兩個活動顯然各有其不同的效果。在第二個例子，通過這種資料收集與展示活動中，學生確實可獲得一些知識，但他們沒有任何探討過程。反觀第一個有關土撥鼠的家族，他們的活動則含有探討活動的要素：指認問題、組織問題、討論方法，以及反省思考。當我們觀察上面這二個例子時，我們要問我們自己：

他們的問題在那裏？

誰來組織這些問題？

誰來設法尋求答案？

怎樣獲得解決問題所需要的答案？

所得之資料是否有助於問題之解決？

他們得到結論了嗎？所做結論是否合適？

第二個例子只是「活動(activity)」因為沒有探討(inquiry)的實質。第一個例子才是「探討活動」，因為他們的活動中，都有上面這些問題的內容。誠然，「活動」應為「探討」的基本管道，有「活動」才能有探討，但

探討必須起始於學生本身的好奇心、興趣所引出之學習動機。如果教師只顧傳授知識、為學生組織問題、或為學生作實習計畫，那麼其學習活動只能說是「活動」，而不是「探討」。因為這位老師只顧到科學的成果(product)的傳授，而忽略其過程(process)。

知識：探討的結果就是知識的發展，可是錫倫却有很特別的看法。那是「根據過去以及現在的經驗，所得之一般概念與原理的應用」(註4)。如上述土撥鼠的探討例中所顯示，在知識的發現過程中，少不了探討的原則。人們不斷地運用不同的方式，設法重新評估其經驗，以試行轉換其成為有用的原理、法則與概念。

我們為什麼要提倡「集體」探討？除了科學方法之應用之外，探討還有其感情的一面(emotional aspect)。包含由於參與所引出之自我意識，尋求個人價值觀，以及其同伴們有意識的反應行為的影響等等。在羣體之中，大家都處在不同個體的不同需求、期望，以及意見之中，除了學術知識的探討之外，學生們應能了解不同的意見與看法，往往可幫助我們發現自我，也能了解羣體的自我，同時還可刺激我們去了解為什麼會有不同的存在，以及究竟這些不同將會如何影響我們。

學習羣原動力：錫倫認為「可教育羣

(teachable group)」就是任何集體探討的先決條件。他認為一組十至十五人為集體探討的最適當人數，因為這個人數可提供「夠大」的反應歧異性，對於個別的參與性來說也「夠小」。換言之：人數太少的話，得不到夠多的不同反應（例如意見）；人數太多的話，每個成員參與的機會就會相對減少。

一個學習羣成員個別的價值觀最好不要差得太遠，如此較好溝通，也好合作，但也要有些差異足能提供足量的不同反應意見。此外，羣內各成員的有關（所要探討的）知識及技能的水準都盡量平均以免阻礙其人人參與，充分溝通，互相貢獻的原則。（註5）

教學策略概觀

錫倫以十一位師範生所構成的一羣為例，以說明本模式的教學過程。這一羣即將任教於小學的準老師，正在討論教師應該具備的技能（skills）、態度（attitudes），以及知識（knowledge）。根據錫倫這羣人數（11人）剛好「夠大（足可以提供各種不同的反應）」，也「夠小（可讓每一成員都能充分參與）」。

她們剛參觀（觀察）過七班的教學。這一羣實習教師首先所遭遇到的「衝突」就是對這七班施教教師的教學行為意見紛歧。因為教學實習指導教授並沒有事先告

訴她們應觀察些什麼教學行為，只告訴她們要寫觀察報告。她們熱烈的辯論這幾班教師的教學行為，也討論到老師的教學態度和學生的學習態度，也論及課程教材內容。

辯論的範圍愈來愈大、愈複雜，幾乎要到不可收拾的地步了。這時指導教授才介入，他建議說：大家應該接受各種不同的意見。又建議大家要很有系統地一一研討可能影響教學活動的每一樣因素。於是這羣實習教師開始逐一列出可能使她們發生不同看法的各項因素。然後，指認學生們可觀察的學習行為，以比較教師的教學動機。此外，她們還作成「查對表（check list）」以評量學生的行為，以及他們在學習過程中的地位。

這時，原來的「意見衝突」已演變成「資料收集」等更為理智的分析行為，還要發展成「開發適當的工具，以便更客觀地評鑑」所觀察的教學行為。

往後的發展如何？由於這一羣實習教師已經表示她們需要設法分析學生的學習行為，指導教授及時提示有關學生認知發展的問題，結果這些實習教師都能提出有關不同年齡或不同發展階段學生的認知技能、態度，以及其指導原則等進一步研討的問題來。這一學習羣於是請來有關專家，以評量她們的研討過程，並指導其個別的研究主題。起初她們是「探討教學行為（有不同的反應或看法）」，後來則演變成「探討兒童的心理發展」。

教學模式摘要

模式結構

集體探討的教學模式，以「遭遇到令人困擾的問題」開始。這些問題可由教師以口頭或書面提出，亦可以示範的方式，或參觀（或觀察）、實物實景的方式提示，也可以不經安排，以就地取材方式，利用學生們所遭遇到或接觸到的問題開始探討。

一旦學生們對於這些問題有所反應，教師必須及時指出他們之間不同的反應，包括其不同的立場，感覺，組織問題的方式，以及其感受等。

當學生們對於他們不同的反應，感到興趣時，教師設法幫助學生組織問題，或結構化他們的問題。接著學生們分析所需要的任務或角色（role），組織這些所需角色，並分配各人工作，付諸行動，然後報告其結果。最後，要根據原先所指認的問題與目標，來共同評鑑結果。

這種學習過程可反覆進行。當他們解決問題之後，再「遭遇到新的衝突」或「產生新的問題」時，都可從頭反覆這種集體探討的學習過程。

〔表1〕 集體探討模式結構簡表

第一階段：遭遇到困擾問題（有計畫地，或以就地取材的方式提示）。

第二階段：探討對於問題不同的反應。

第三階段：決定研究步驟或方法（指認問題、所需角色、分配工作等）。

第四階段：集體（或個別）研究活動。

第五階段：分析研討過程或進展情形。

第六階段：反覆探討活動。

社會系統

基本上本學習模式是民主的學習活動，由羣體的經驗所做決策來管理。當然其活動範圍要限在教師所訂教學目標之內。這種集體探討的過程中，教師應盡少提供「外加結構（external structure，例如規定其活動方式、方法等）」宜尊重學生們集體的決策。學生與教師在本活動中地位（status）相同，只是所扮之角色（role）不同而已。

教師反應的原則

在集體探討的教學模式中，教師所扮演的角色應該就是學生們的顧問、輔導員、或「友善的」評論家（friendly critic）。教師應就下列三個層面來輔導學生的集體探討：

1. 解決問題的層面（問題的本質是什麼？有那些因素牽涉在內？）
2. 羣體管理的層面（我們需要那些資料？我們應該用什麼方法來取得這些資料？怎樣處理或組織這些資料？）

3. 個別意義的層面（你對於這個結論有何感受？對於這些不同的觀點，你要怎麼處理？）

在集體探討的教學模式中，教師所扮演的角色並不單純，而且這也是相當敏感的角色，因為這是學生活動為主的教學活動，我們無法強制學生要有什麼問題。

在這種教學模式中，教師所要作的是一

1. 促進羣體探討過程。

2. 介入羣體傳達溝通管道內，設法促使羣體趨向於具有教育意義活潑生機蓬勃的學習活動。

3. 輔導學生使他們能將他們個別的經驗轉變為有意義的學習活動。

除非學生們所討論內容離開本題太遠，教師的介入要儘可能減少。教師應設法改進或充實其領導技能（註6）。

支援系統

為有效實行集體探討，必須有適當而充分的支援系統，以滿足學生的需要。例如，「第一流」的學校圖書館，能通過各種不同的媒體，為學生提供其所需之資料，另外還得有許多「管道」以尋求校外人士（各界專家等）與各種學術、社教機關團體的協助。教師應該鼓勵學生們儘可能超越校園，到校外去探討問題，並且與各界有關人士（resource people）接觸

。假使缺乏校內外這些支援系統，學生很難做到有效的探討活動。

應用

集體探討的教學活動是很有彈性的教學模式，那是較「開放的」教室。但，要有較高層面的集體探討活動之前，學生們得先有「社交（social interaction）」「決策（decision making）」及「獨立探討（independent inquiry）」的經驗。假如，學生經常參與班會討論，或經驗過「自導式探討活動（self-directed inquiry）」，那麼他／她們一定較能適應，甚至喜愛這種學習方式。無論如何，教師應記住，這是具有「社會面（social aspect）」的探討活動。

較低年級（如國小低中年級）的學生，或初試本模式的學生，都要由簡單而小規模的探討開始。教師所提示之問題必須是單純而具體，探討範圍要狹小，例如：「應該由誰來照顧我們班上所飼養的小動物？」等。當然，探討問題之選擇，應考慮學生的年齡、興趣以及能力而定。對於較高年級的學生（如高中學生），當可選擇較有深度而複雜的問題，例如：「淡水河口關渡一帶的紅樹林重要？或社區開發國民住宅重要？」等問題。

【未完待續】

參考書目

註1. Dewey, *Democracy and Education* (New York: Macmillan, Inc., 1916)。

註2. Herbert Thelen, *Education and the Human Quest* (New York: Harper & Row, Publishers.

Inc., 1960)。

註3. Ibid., p.80.

註4. Ibid., p.51.

註5. Ibid., p.157.

註6. Gertrude k. Pollack, *Leadership of Discussion Groups* (Jamaica, N.Y.: Spectrum Publications, 1975)。

古中國科學管窺——候風地動儀(上)

編輯室

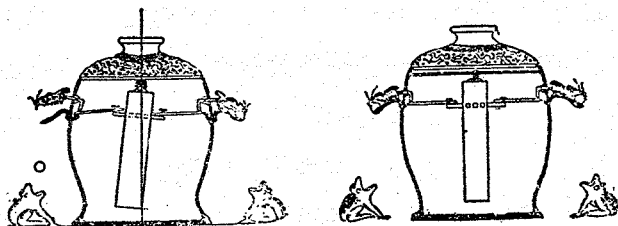
天災人禍之在中國，歷代以兵燹，水害爲烈！雖幅員遼闊，但得天獨厚，境內鮮少火山，自古代以迄明末有紀錄可考的地震不過只九〇〇餘次，唯明世宗嘉靖三十五年丙辰冬——公元一五五六年，以陝西、山西、河南爲中心所發生的一次爲最劇，凡八〇萬人被災而傷亡流離！但事過境遷，妄度以爲「天遣」，不爲朝廷民間所重視，未能直接影響，發展國人對地質研究的興趣！

然而值得令人驚異的，對地震的學術研究，不但中國古已有之，且舉世空前首創的測驗地震儀器——候風地動儀却出諸中國後漢張衡的發明！

張衡生於章帝建初三年戊寅，時爲公元七十八年，歿於順帝永和四年己卯——公元一三九年，西鄂人字平子，其文學造詣極深，著有二京賦傳於世，尤精天文算歷之學，發明有渾天儀及候風地動儀。

後漢張衡傳：候風地動儀之作，時在順帝陽嘉元年壬申——公元一三二年，儀型爲一甕狀銅器，上端按八方分列八隻龍首，龍首口內各含銅丸一，器下正對龍首處各鑄一張口仰向坐蛙，凡某一方位發生地震，則對向該一方位的龍首即自動開張，將所含銅丸落於下方仰向蛙口。

當時該儀置於漢都洛陽，已可測見遠在隴西的「無感」地震，其精密程度已可想見！惟惜未列實物圖形及設計內容，不得知其構造細節！（下轉第42頁）



復原後的候風地動儀