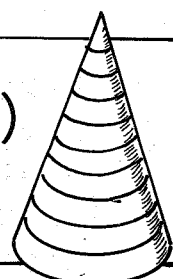


戴爾的「經驗塔」(下)

——媒體資源運用的原則

楊榮祥



間接經驗

戴爾所說的間接經驗，包括有示範、參觀與展覽等三類，顯然要比直接經驗來的較抽象。雖然學生要動用其全部感官來學習，而所學習的對象又可能都是「立體」的實體，但都不是由學生親手操作的經驗來學習。假使這些示範或展覽的活動，由部分學生來親自操作示範或籌畫展覽，對於這一部分學生來說，那是直接經驗，但另外那些「參觀」的學生則是間接經驗的學習活動。

4. 示範 (Demonstration)

自然科學的教師們，常在教室或實驗室內做示範實驗，例如擴散作用，光的折射或氧氣的製造等。其實在教學上，還有很多類型的示範活動。一般說來，示範應有下面的功能：

- (1) 演示過程 (process)
- (2) 示範技巧 (technique)
- (3) 說明較抽象的觀念。

在戴爾的經驗塔，示範這一層，顯然與上下其他各層都有密切的關係。教師緊湊而精彩的技術表演，影片、模型、標本或圖片的適當配合，都可收近乎戲劇化的教學效果。

無論那一級學校，每一間教室都有一塊黑板。黑板是教室中不可缺的教具，也是示範教學最方便的教具。教師可利用板書簡化教材，以扼要提示教材概念，學生也可用板書以表達其學習效果，所以黑板為師生之間思想溝通很好的工具。但，教師往往因「過分簡化」而使學生感到困擾。例如，教師在黑板上畫那麼一筆U字說：「在這試管內裝入十毫升的水…」，沒有看過試管的學生卻還在心裏想著：「這種彎曲的鐵絲般的東

西怎能裝水？」同樣地，過分簡化的細胞或原子構造圖，都可能使學生誤以為細胞、原子都像蔥油煎餅那樣「扁平」的東西。黑板是「平面」，立體的複雜構造常不易正確表達。教師宜運用模型或標本來示範。

中學自然科學的教師常常要做示範實驗給學生「看」，但有些教師却又怕做不出來。的確，有些實驗是很麻煩，儀器、藥品或天氣，都可能影響實驗過程及結果。譬如在盛夏某日某國中物理課，教師站在講台上用貓皮「拼命」摩擦玻璃棒，個個學生都瞪大眼睛凝視著老師的手，但磨了幾次都「磨不出電」，倒磨出滿頭的大汗來。在這美麗的寶島，夏天都高溫多雨，因濕度太高磨不出電來，教師這一項示範實驗是「失敗」？其實，示範實驗的目的正是：

- (1) 提高學生觀察能力；
- (2) 幫助學生利用其所觀察，啟發其思想；
- (3) 協助學生解釋其所觀察的現象，或建立適當的結論。

所以，實驗之成功與否，均應為正當而有意義的學習活動。教師磨不出電來固然很難過，但正可讓學生討論原因，至少可以讓學生多了解一件有關靜電的新知識。

總之，運用適當教具做示範教學為演示複雜的過程或技巧，以及解釋抽象現象相當有效的方法。尤其沒有充分的時間，或沒有足夠的儀器、材料，不能讓學生分組實驗時，或操作技術過於複雜，甚至有危險性時，教師當應考慮做個示範操作的教學。但示範教學中，學生只是「旁觀者」，他們通常都不能親身參與，所以教師宜設法：

- (1) 幫助學生觀察，使學生都了解每一步驟的

意義。

(2)儘量使學生參與部分的操作活動。

(3)不斷地發問，以啟發思想。

5. 參觀 (Field Trips)

學校應儘可能善用社會上各種教學資源，以實施真正活的教育。學校鄰近地區任何工廠、農場或其他任何研究或生產機構都是很好的教學資源。但，問題是怎樣善用？換言之應如何進行參觀活動？下面是參觀奶品廠後一位學生的報告：

「首先我們被引進一個大廳，裏面有一排排的坐椅。有一位先生出來跟我們說明奶製品的處理過程。然後，我們看了一部關於乳牛的影片。看完影片之後，到另一個房間。這個房間的一邊有很大的玻璃窗，可以看到裏邊牛奶的裝瓶情形。我們就在那兒看那些女工們與裝瓶的機器好一會兒，但我們沒有聞到牛奶的味道，也沒有聽到機器的聲音。後來他們帶我們到另一個房間，給我們每人一瓶巧克力牛奶喝，喝完就上車回學校了。」

這種參觀的教育意義頗值得懷疑。學生們坐車老遠來到奶品廠，只爲每人喝一瓶巧克力牛奶？當然他們看過一部影片，也聽過製造的過程，但沒有討論其內容。他們除了「看」到裝瓶器的操作，但沒有其他任何一種感官刺激 (sensory stimulation)；也沒有看到多少奶製品的製造過程。

問題可能就在：

(1)教師沒有預先參觀過這個工廠，所以沒有妥善的參觀計畫。

(2)教師或工廠都沒有使學生引起適當而具體的參觀動機或興趣。

(3)講解人對於聽講人 (參觀者，即學生) 的知識背景、興趣或動機均無適當的了解。

(4)學生們在這個工廠中所得經驗，幾乎都可以在教室內得到，不必老遠跑到工廠來。

顯然籌備一個有教育意義的參觀活動並不簡單。有意義的參觀活動，應能爲學生提供「有計畫的感官經驗 (planned sensory experience)」。參加這種參觀活動後，學生們所寫的「參觀報告」顯然就不同，下面是一例：

「首先我們被引進一個大廳，有位先生出來跟我們說明這工廠製造奶製品的主要過程，然後看一段有關收集鮮奶與運輸的影片。我們問了許多問題，那位先生也都一一答覆我們的問題。然後，他帶我們到鮮奶的卸貨場，我們看到大卡車將收回來的生牛奶送入消毒房的情形。我們每人都分到一小杯牛奶，嚐過這低溫消毒所需要的溫度。當我們通過消毒房時，我們都能了解這工廠有嚴格的衛生規定，因爲他們給我們帶消毒過的帽子，也叮嚀我們不要碰房內任何東西。」

當我們來到裝瓶場時，看到牛奶瓶與紙箱清潔與消毒的過程，以及牛奶裝瓶的情形。這確實是個相當吵雜的地方。

最後，他們帶我們到了冷凍室。我們都聞到相當強烈的氨氣味道。他們向我們說明爲什麼有氨氣的原因。

參觀活動最後的節目就是討論。我們又問了很多有關剛剛看到的問題。在討論的時候，我們每人都分到一瓶巧克力牛奶。討論之後，我們都感覺很累，但也很愉快地上了車回學校。」

請注意，學生們並沒有直接經驗的機會。他們並沒有直接去操作機器，沒有喝尚未消毒的牛奶，也沒有看到乳牛。但，他們確實聽到奶製品的處理過程，也聞過其香味，嚐過其味道，也體會到其消毒溫度，看過其處理，聽過其處理過程中機器的吵雜聲音。這些「感官經驗」加上影片及適當的知識輔導 (intelligent guidance)，使學生們得到很有教育意義的「有計畫的感官經驗」。

我們並不一定要將學生帶到幾十甚至幾百公里遠處的工廠或農場。學校附近，學區內各種工廠、商場、機關（如法院、消防隊、林產管理局）只要教師事先嚴慎的計劃，以及被參觀單位的誠心相助，都可以成為寶貴的教學資源。

不過，學生要是訪問某些專家，或到野外去採集動植物或岩石標本，那麼這項活動就成為「直接的、有目的的經驗」，而不屬「參觀」活動。

無論如何，「參觀」在戴爾的經驗塔裏，還是較「低」的活動。學生所學習的對象是三次元的實體，學生要動用所有的全部「感官」去學習。只是學生，甚至教師都不是真正具體而主動的參與。

6. 展覽 (Exhibits)

很多校園都設有「文化走廊」「畫廊」或「科學園地」等展示各種展品的地方。在科學實驗室裏則佈置有著名科學家的肖像、照片甚至石膏像、各種圖表（例如動物演化史圖）、以及各種動植物標本。這些都是教育展覽 (educational exhibits)，其意義不外乎有：

- (1) 提高興趣刺激學生學習動機。
- (2) 圖示或解釋主要或基本概念或知識體系。
- (3) 資料之交換或互相觀摩。
- (4) 提供最新資料等...

有些學校還有科學館等專業展示場所。學校外也有博物館、科學教育館、動物園、植物園等專業展示場。這些教學資源應妥善設計與利用。

關於展示設計至少應注意下列二點：

- (1) 每一展品只含一個中心思想 (central idea)。
- (2) 每一展品均應有生動的展示。

關於第一點，展品內容應配合教材，選擇相當單元儘可能做單一主題，單一中心思想有系統、有組織的展示，太複雜的展示不單製作困難，也不易吸引觀眾的注意，自然引不起學習動機。

至於第二點，首要為光線與色彩。戴爾認為大多數學生由眼睛來學習。無論展品、說明書、

標籤、適當的光線與顏色的配合，才能引起學生興趣，並刺激其學習動機。如果有充分的場地與預算，儘可配以適當的音響，並做動態的展示。

在展示場，學生仍然是參觀者。他們只能觀察，不能直接參與。但展品應可考慮讓參觀人做若干有限度的「參與」或「操作」，例如，按一下電鈕。但最重要的，仍是展品本身的啟發性，展品要能提供啟發性的問題，使參觀人能思想。

假如，由學生親自來辦展覽，例如編製壁報，或籌畫一個展覽會，這時學生是親身參與，應屬於「直接的、有目的的經驗」，而不是展覽的參觀者。

在戴爾的經驗塔，「展覽」還包含塔裏其他部分，如靜畫、模型、標本、電影、錄音等的配合。學生（以參觀的立場）可以看、聽也可能做有限度的操作，但通常都是被動的參觀，不能直接參與，沒有親身經驗的學習。

替代經驗

戴爾的經驗塔塔尖的一段，屬於替代經驗 (vicarious experience)，含有電視、電影、錄音、廣播、靜畫、視覺符號及口述符號等，通常都是一次或二次元的媒體資源，學生也只能用一種或兩種感官以學習。

7. 電視與電影 (Television and Motion Pictures)

電視與電影具有其他媒體所不能表現的許多功能。例如，運用「定時攝影」的技術，以縮短時間，讓學生看到有關植物生長或開花，或動物胚胎發生等非常生動的過程畫面。「慢動作」的攝影技巧，又可以放長時間，使學生看清動物動作或化學變化過程的細部變化。運用攝影的技術，還可以改變空間，將大的物體或空間，如地球、甚至宇宙縮小；將小的物體或空間，如細菌或礦物結晶放大，使學生易以觀察。

除了這種「時間」與「空間」的調整以外，電影與電視還能運用「動畫 (animation)」的技

術，將複雜或抽象的現象或機制加以簡化，以做動態的表達，啟發學生思想，節省學習時間，以提高教學效果，電視電影確實是種多才多藝的媒體。

其實，電視與電影教學也有若干缺點。調整空間與時間的功能，反使學生對於時間與大小尺度發生誤解，又如放映場所的限制，價錢較昂貴等等。但，最大的缺點，還是其「單向傳播(one-way communication)」。在放映過程中，學生無法發問，只有接受，沒有積極參與的餘地。

最近教育工學的進步，上面這些缺點都已獲得改善。例如，美國BSCS所發展的探討影片(Inquiry Films)。這些影片又稱做專題影片(Single Topic or Concept Films)，每一卷只含有一個概念或主題，只有三、五分鐘的短片，但，片子本身不斷地提出問題要求學生回答。這是一種「引導探討(guided inquiry)」。除了探討影片之外，在電視教學上也有各種新的安排，使學生與影像之間有適當的交互作用。在集體學習(如班級教學)中，教師可以擔任這種交互作用的媒介，在個別化學習(individualized learning)教材中，亦有適當的設計，使學生能在積極而具體的學習活動中學習。(關於電影或電視教學將另篇詳述)

8. 錄音、廣播與靜畫(Recording, Radio and Still Pictures)

錄音與廣播教學曾經是很受歡迎的教學媒體，只要有廉價的小錄音機或收音機，教師都可以得到很有價值各種各樣的教學資源，例如各種鳥的叫聲，或居里夫人的故事等。師生之間的交互作用也比電視電影教學更容易進行，教材的配合也較方便，只是學生除了「聽」以外，什麼也看不到，不易引起學生較為積極的學習動機，不易維持其較高的學習情緒，除非用其他「視覺」媒體以配合。

所謂靜畫，包括幻燈片、透明投影機(OHP, Over-Head Projector)、顯微放映機(micro-

projector)及實物投影機(opaque projector)等，都有其特殊的功能與教學上需要注意的缺點。例如幻燈片教學能提供具體真實般的影像，縮小或放大空間與時間，但不易表現動態與較複雜的立體構造；OHP則可以運用其重疊(overlay)等技術。具體說明構造過程甚至一部分動態的流程，但其影像還是二次元的平面，不易表達複雜的三次元空間；顯微放映機可將顯微鏡下微小的世界呈現給全班學生，大家同時觀察動態的影像，但它需要較完整的遮光設備，操作也不方便；實物投影機可將任何小標本、書本上的圖片投射到銀幕上，使全班學生同時觀察較有立體感的影像，但也有顯微放映機同樣的缺點。

最近科技的發展，慢慢地改善這些教具的機械缺點，例如加強光度，以免除遮光設備；減少重量方便攜帶；各種附件之發明使學生能看到「立體」的影像等。但在教育的觀點來看，軟體(software)的改進，還比這些硬體(hardware)的改良更重要。影片、幻燈片、OHP的片子，除了可提供正確而清晰的影像以外，還要能刺激學生的思考，也應能啟發學生的智慧。例如，BSCS除了探討影片以外，也發展一系列的「探討幻燈片(inquiry slides)」。這些探討幻燈片也和探討影片一樣，能培養學生探討科學的技能，包括：

- (1)觀察的能力，
- (2)發掘並組織問題的能力，
- (3)根據觀察建立假說的能力，
- (4)根據推論設計實驗以驗證假說的能力，
- (5)處理實驗數據的能力，
- (6)解釋實驗所得數據的能力，
- (7)根據實驗結果，發現新問題的能力等。

戴爾所說的靜畫只指學生所能「看」的教學媒體，但現代的教育工學，鼓勵教師要配合其他媒體如錄音機，或教師本身的啟發活動，使每一位學生都能動用其感官，積極參與學習活動。

9. 視覺符號(Visual Symbols)

接近塔頂的第二層就是視覺符號，包括地圖

、黑板、各種圖表等，相當抽象的媒體資源。這些媒體都是二次元的平面，通常都含有特定的、具體的資料與較為抽象的中心思想、概念或主題。所謂「表 (chart)」也有很多類型：數表 (tabular chart) 如火車行車時間表；系統表 (tree chart) 如動物系統樹或譜系表；流程表 (flow chart) 如工廠一貫作業流程表；比較表 (comparison chart) 如光合作用呼吸作用比較表。所謂「圖 (graph)」也有很多類型：如分面圖 (area graph)、直方圖 (bar graph)、圖型圖 (pictorial graph)、圓盤圖 (pie graph) 與曲線圖 (line graph) 等，各有其特殊的表達內容與方式。

在這科技發展神速的社會中，人人需要閱讀並了解這些圖表的能力。假如簡單的圖表都不會看，恐怕在大都市裏都會寸步難行，也許連報紙都看不懂。

在科學課本中有很多各種類型的圖表，學生應能轉譯 (translate)，也應能解釋 (interpret) 其含義，更應能據以推論 (infer) 或預測 (predict) 有關的現象或趨勢。尤其在探討式教學 (inquiry learning) 的歷程中，學生要分析、解釋很多數據資料。這些資料大都是圖表。

除此之外，學生們在科學教室中，也應有機會自製各種圖表。在探討科學的過程中，學生要收集數據資料，也要分析整理這些資料，學生應

能自行選用適當的圖表型式，將數據圖表化。

視覺符號是相當抽象的媒體資源，學生即使在直接經驗的學習活動中，也要有機會操作這些資源。

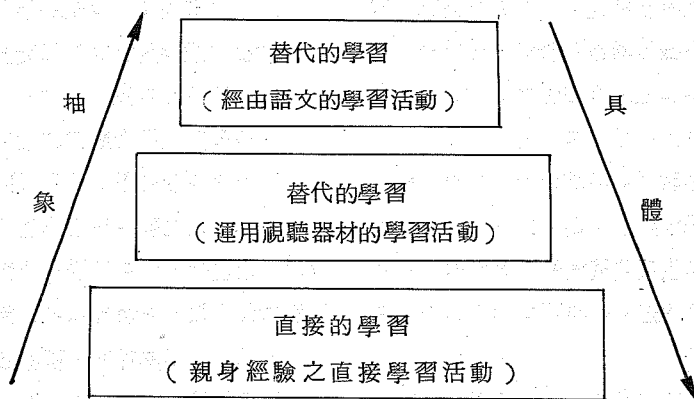
10. 口述符號 (Verbal Symbols)

所謂口述符號，事實上除了語言以外，還包含文字，所以譯作「語文符號」也許較正確。在各級學校的教室中，這是最基本的媒體，包括教師與學生的講話、課本、筆記本、實驗報告等。

在戴爾的經驗塔，語文符號高居塔頂，代表最抽象的學習媒體資料。如果教師只運用此項媒體，學生很難參與，更不易引出積極的學習動機，除非教師的口才與演技俱佳，否則效果自不會太好。

但，語文確實是學習活動中不可缺的媒體。即使在塔基的「直接經驗」的學習活動中，師生之間的交互作用要靠語文，活動後「概念一般化」的過程中也需要語文；在「演劇經驗」的學習活動中，語文還佔最主要的地位；在「示範教學」活動中，教師要以適當的語文來配合；展覽活動中，也需要「說明」，電視、電影教學中也需要口齒清晰、口才優秀的教師。

因此，身為教師應設法加強其語文修養，但為提高教學效果，除了語文之外，應多多配合其他各種媒體資源。因為語文符號是最抽象的媒體資源，學生只能用單一感官 (用聽覺，或用視覺



圖二 學習途徑

）來學習，在教學上來說這是很難運用的技術。

摘要

戴爾認為：學習途徑或學習活動方式之選擇，應儘可能往經驗塔的基部，愈低愈好，但，

- 我們無法使學生每一個單元都做直接經驗的學習，這時，可考慮帶學生去參觀一個研究室。

- 我們無法帶學生去參觀教材有關每一個研究室，這時，也許可以找一部影片來代替。

- 我們不敢讓學生親手找一個有危險性的實驗，這時，我們就做個示範實驗。

- 我們有時候因經費短缺，無法購買儀器，這時可以帶學生到科學館去，讓學生參觀相同或

類似的實驗。

- 我們沒有足夠的時間來實施「模擬遊戲」的學習活動，也許可以用視覺符號配合講演。

總之，最好的學習活動就是直接經驗的學習活動，讓學生由親身經驗中自行發現科學概念。但這種具體的學習活動，往往較費時，同時學生也應該隨其年齡的提高，慢慢學習「抽象學習」，使他們能由抽象的媒體資料（語文、視覺符號）做更有效的學習。無論運用何種媒體資源，做任何一種型態的學習活動，教師應設法啟發學生思想，同時培養學生抽象學習的能力。

〔作者現職：國立臺灣師範大學生物系副教授〕

（上接 36 頁，BSCS 黃版教本實驗探討活動的分析報告）

明各步驟的意義，只有少數是要學生自己去觀察和去安排實驗步驟的，實驗活動上最多只是寫著“如果時間許可，做一些關於植物對其他刺激反應的實驗”。

根據我們分析的結果，使我們發現BSCS黃版的所有探討活動都給予學生固定的問題和詳細的操作說明，無法達到Herron (1971)「探討活動的開放教學」中所定出四種教學等級中的第三級到第四級，這些結果和Herron 自己分析BSCS第二版藍版教材中的結果一樣，但是Herron 發現BSCS第二版藍版教材中有73%是屬於第零級，一即將問題、方法、意義、答案均提供給學生一，而我們發現在BSCS第三版黃版教材中沒有一個活動是屬於第零級，所有活動均屬於第一級（未供給學生答案），甚至有的活動使學生自動自發，是超過第一級的。

結論

1 本篇所運用的「實驗探討活動分析表」和「統合組織分析表」對實驗課本的分析工作是很有效的，應可應用於其他科學課程的實驗活動分析上。

2 BSCS教材中實驗探討活動，在整個教材中擔任著極重要的角色。也許可在遺傳延續篇內

再加入一些探討活動。

3 有足夠的實驗操作的探討活動，使學生可以由實際的物質操作，定量或定性的工作中，找出結論、相關資料及通性，並且應用於結果的解釋上。

4 實驗活動的安排依照探討活動的需要而分為個人的、小組的及全班性的活動。

5 經實驗教材的研究分析後，發現有下列三項缺點：

- (a)沒有讓學生自己發掘或組織問題。

- (b)學生很少有機會自行設計實驗的方法及思考其意義，縱使有，也不全是由他們自己設計的。

- (c)對於實驗後的討論沒有明確的指導，使學生對他們的發現與其中所代表的意義無法連貫在一起。

雖然BSCS第三版黃版教材在實驗設計上已有顯著的改進，但是仍然有三項美中不足的缺點有待改進。當這些缺點獲得補救之後，BSCS教材中的實驗活動應能充分發揮其效能。

〔譯自 The American Biology Teacher, Sep. 1978. 譯者現職：國立臺灣師範大學科學教育中心研究員〕