

# 我國中小學科學教育發展趨向

□□趙金祁  
(師範大學理學院院長)

## 一、前言

我國中小學科學教育受到一九五〇年代國際性科教改革運動的沖擊，自民國五十四年起在陳可忠先生的領導下，正式着手積極改革我們高中數學、物理、化學、生物課程。十四年來在政府大力提倡各級科學教育下，無論教學設備之充實，科學師資之提高，教學方法之革新，科學教育活動之舉辦，中小學科學課程內容修訂等，皆有相當成就與長足進步。

我國初期的科教革新工作，原則上雖然頗多參考西方國家的技術與經驗，甚或模仿西方的革新課程，然對國內科教人才培育所獲致之彰顯成果，實不容加以忽視。證諸近年學有專精之科學界大批才俊之士，紛紛自國外學成歸國，成為推動國內科學的建設主幹，使國內各門科學尖峯學科在自力的基礎上，所以能迅速開展，究其原因，除國家科學委員會早期的正確設計與大力推動，應居首功外，無可諱言，當年高中數學自然科學教材改革的推動亦是促使國內的科學教育急起直追國際水準之重要因素之一。

近年來，由於累積國內外二十來年推行科教改革運動的珍貴經驗，促使科學教育界，無論對科教理論的了解與實作的技能，力求精進。為了使我國中小學科教能繼續更上一層樓，我們不妨從第一代科教的改革運動所矚目的問題，如科教目標、科教內涵、科教方法與科教研究等方面加以分析與預估科教上應發展的趨勢與重心，藉供參考。

## 二、中小科學教育的目標

就以一九五〇年代中小學科學教育改革運動所標榜的目標而言，其主要重點在為下一代預行準備最有效的智能，以適應科學發展中社會的變動，進而達成人類福祉的增進<sup>①</sup>。這一目標形成的時代背景上，先進國家都認定科學的突飛猛進，帶來二次世界大戰的結束與世界秩序的重建，故而堅信世界未來各種問題的解決，亦非依賴科學成就的廣續發展與突破不可。又因科教改革的發祥地，來自必須克服冷戰與崇尚拜金的美國，受到當時蘇俄人造衛星的衝擊與美國國內工商行號的推波助瀾，更使科學教育的早期目標，始終徘徊在急切造就大批科學家，俾便在科學技術成果上，獲致領先與速效等單

一目標上。

顯然，在先進國家科學發展過程中的近程目標上，這一過渡措施，誠屬無可厚非的明智之舉。但是，科技發展引發的副作用如資源過度應用與能源危機之發生等，震撼舉世人羣，不得不令有心人士深深探討，科教之一味為下一代預作準備的最佳智能，局限於增進人類物質生活的提高，難免失諸偏頗，不僅有悖原旨，甚至足以貽禍人類本身種屬的繁衍。

尤其，一九七五年初美國阿里桑納州參議員孔郎 (Conlan) 在國會公開攻擊部份中小學科學課程，無形中促使下一代背離價值系統，宗教信仰，與為國效忠等道德規範，因而使得美國國會在科教課程改革上，採取大幅刪減預算的措施，刺激了美國科學教育界亟須另覓途徑，改弦更張，因而再度強調一九五九年巴納 (J. D. Barnard) 所標示：「科學在人類文化前提下發揮功能」的課題②。

參照國內外前期科教活動的經驗，更由愛森堡 (Werner Heisenberg) 一九七三年指出科學中傳統的重要性③，可見現階段科學教育應以宏揚科學本質上文化特性為當務之急。因此，科學教育的目標，勢須指向為下一代準備最有效智能，以求取提高維繫人類命脈的人類價值，維護端正人際關係的人性尊嚴，與增進強調民生樂利的人生福祉。

### 三、中小學科學教學的重點

歷來，科學教育的教學重點都包括科學概念、科學方法、與科學態度等三方面。其中，科學概念在教學中的重要性，雖屬各方普遍接受的觀點，但科學教育界對概念結構的累積與成長過程，概念形成的心理準備程度等問題，常見仁見智，尚未能確實掌握，獲致定論，更未能為一般中小學科學教科書編著者所重視。他如科學方法與科學態度，由於觀點更為分歧，尤難為一般科學教育人士所理解與接受。

事實上，早在一九三三年，美國大教育家杜威早已將科學方法與科學態度列入普通教育的重點，成為一般民眾不可或缺的基本智能④。事實上，科學概念應列為準備接受分科學專業訓練之主要學習重點。

綜上可知，中小學學生每一階段學習內涵，自

當有所區別。在國民小學部份，勢須在誘發興趣的出發點上，以建立科學的人生理想與規範為主，而以學習學科知識副之。因而，國小科學課程之訂定應由環境認識著手而擴及人類價值、尊嚴、福祉等課題，並以衣、食、住、行、育、樂等為重心，統整與貫穿科學教材內容。

國民中學部份則以培養科學態度，養成科學方法為主，使下一代國民在面對任一問題時，確能適切地採行有效解決問題之方法、態度與能力。因此，國民中學科學課程之實施，應以統整科學與獨立活動方式進行，並重點選擇歷史實例，由觀察入手，介紹有關科學理論建立過程中之歸納與演譯步驟。同時應強調與考核學生之明察問題之來龍去脈，獨立自主之客觀理性判斷，踏實篤行之踐履能力等方面之德行與能力，俾確立其實事求是之科學態度，與因應變遷之自持能力與科學精神。

高級中學部份，除了對理組學生設置建立科學基本概念之基礎科目，與大力加深科學水準之分化科目外，宜適度開授選修科學課程。至於地球科學課程，應加強教學效果，以謀求學生所習數、理、化、生物等理論內容能與實際生活相關聯，進一步領悟科學之文化特性。一般文組學生，則應開授基礎科學課程與有關科學史方面科目，俾提高學生的一般科學素養。

### 四、中小學科學教學的方式

自一九六〇年代，以科教改革運動中勃魯納 (Bruner) 為主的發現式直觀教學法，大見抬頭，同時在理科教學中獲致卓越成效。尤其，一九七五年桑伯爾 (Bob. Samples) 提出左右兩腦學習問題⑤，更對此一新興教學法，提供了生理上的新理論基礎。

如眾所週知，人腦可分為左右兩部份，並由胼胝體在兩者間傳遞訊息。據專家實驗顯示，左腦掌握理性、數字、時序性、分析、記憶、聽寫、讀說、計算、西方式思考等特性，並控制右手的活動。右腦則具有比喻、直觀、視覺、空間性、感受、綜合、音樂、情緒、想像、幻想、記憶圖表、類比、領悟、東方式思考等特性，並控制左手的活動。在人類成長過程之初期，由於左右兩腦交互作用活力，顯然特別充沛，左右兩腦平衡發育。稍長後，中

間交互作用能力逐漸鬆弛，不但左右兩腦運用漸漸失去平衡，且其發育亦難免有所差異。

由於一般社會人士，甚少接納左撇子的習慣，而習於運用右手，久而久之使大多數學生的左腦較右腦更為發達。儘管上述實驗結果有待進一步求證，為求彌補此一偏頗，增進科學教育之教學效果，力求平衡發展兩部份的腦力，有效發揮學生的生理條件，當有助於學習之進行。

因此，科學教學中直觀領悟、彈性處理、多方學習等發現教學的特性，應予特別發揮，以增強右腦的功能。同理，在學生學習成就的評量方面，舊式命題與考核方式雖然缺失不少，惟因其較具整體領悟的特性，有利右腦運作故亦宜局部恢復。

當然，任一教學方式絕非萬靈丹，因此，強調右腦發展，並不排除其他常用教學方式。目前，科學教育上的常用的教學方式至少已有二十一種之多，如選擇性閱讀、實態模擬、批評性閱讀、數據處理、示範實驗、相互討論、環境勘察、參觀旅行、影片欣賞、遊戲、實驗操作、演講、講演—示範—討論、幻燈放映、製作成品、編序指導、接受式閱讀、寫作、研究、電腦輔導、協同教學等不同的教學方式。究竟宜採用何種方式以達成科學教學目的，可因人、時、地斟酌採行，惟應切記多采多姿，靈活動用，在儘量發展學生右腦能力的基礎上，採用各種方式，以收適應學生個別差異的教育效果。

#### 五、中小學科學教育的研究

一九七六年，美國科學教師協會理事長勃郎肯(J. W. Blankenship)所發表的科學教育中優勢傾向一文的序論中，特別指出科學教育與科學學科一樣，屬於一種不斷革新的事業，而且科教上的一切活動，直接或間接都具有促進革新步驟的本質<sup>①</sup>。

尤其，牽涉在科學教育中的學生羣，由於屆臨青少年發育過程，變化的本質極高，極難掌握其自變與應變因子。因而，科學教育問題的層出不窮，當可預卜，故而應預為綢繆，大力進行解決問題的研究工作，才能避免因循落伍之命運。

鑒於國內中小學科學教師自我進修，甚或大專學校教師進修系統的觀點，始終還停留於學科本位的基礎上，認定學科的加深，是保障優良教學的唯一途徑，以致中小學科學教師在進行研究時，大都

捨棄手頭現成之教育資源，寶貴經驗，而追逐科學本位的研究成果，甚至奢望在中小學內，設置大部份器材，與較高研究經費，來進行牛角尖的學術研究，實在是捨易求難，事倍功半的事。

事實上，中小學教師的自我或在職進修或研究，其最高的收益標準，應建立在接受教師教導之學生成就的增益上，加以評估。教師本身學科本位的增益，固然在教師教學內容的精確上有其重要性，然學生之能否由此一教師的教學，而獲取最高收益，不無疑問。大抵說來，加強教師學科本位的深入了解，只能提高教師本身對學術的信心，而對學生影響的實績，由於受到中小學教材範圍的限制，可能為數甚微，至少不盡符合經濟原則。

由此可知，中小學科學教育之研究工作，除少部份理論性問題應由科學教育專家負責外，大部份實作問題，應賦予中小學科學教師自行研究解決，以養成中小學科學教師在專業上，自求成長與精進。

#### 六、結 論

以上就犖犖大端，在中小學科學教育之目標、課程、教學方式與科教研究上推斷我國科學教育的可能趨向。當然，尚有甚多其他重要課題，必須配合加強，例如科教研究所之設立以加強科學師資之培育與科教問題之研究，才有望加速發展科學教育的功能，獲致我國科學教育生根與開花的結果。

#### 註釋：

- ① Paul De Hart Hurd, *New Directions in Teaching Secovdary School Science*, Chicago: Rand Mc Nally & Conrpany, 1969.
- ② J. Darrell Barnard, "The Role of Science in Our Culture", *The 1959 NSSE Yearbook*, 1960, 1—7.
- ③ Werner Heisenberg, "Tradition in Science", *Science and Public Affairs*, Dec 1973, 4—10.
- ④ Johw Dewey, *How we Think*, Boston: D.C. Heath & Co., 1933.
- ⑤ Bob. Samples, "Educating For Both Sides of the Humair Mind' *The Science Teacher*, Jan, 1975, 21.
- ⑥ Jacob W. Blankenship, *Preface Atile of 1779 AETS Yearbook*, Jan, 1977.