

# 生物教學問題與改進

楊榮祥

本世紀世界科技之進展可說一日千里，大幅度提高了人類的生活水準，科學教育與科技的發展亦相輔偕行，也有相當的進步。科學教育史上最常爲人所討論的，就是一九五八年前後由美國所發起，影響全世界科學教育的「科學課程革新運動」。當時俄國人搶先發射人類第一個人造衛星「史普尼克一號」，使美國朝野爲此震驚。爲迎頭趕上並爭回其科技領先的地位，國會於是通過國防教育法案，由其國家科學基金會(National Science Foundation, 簡稱 NSF)撥出巨額專款以支持各大學對於中小學數學及自然科學課程的各項革新計畫。

## 壹、重整中小學科學教育發展科技

當時美國各大學中，接受 NSF 專款專案研究的學術機構多如雨後春筍，其中 PSSC, CHEM, BSCS 及 SMSG 在全世界可說風行一時，也是我國教育界所最熟習的教材。這些新課程的研究，均爲關心中小學科學教育的專業科學所領導，其教材選擇與處理嚴慎、概念發展結構嚴密、注重基本概念與學理、重視數學運用技術、主張「發現式(discovery)」或「探討式(inquiry)」教學與「開放

式 (Open-ended) 實驗」，並力主學生自主的探討活動。在 NSF 大力支持之下，除教科書之外，還製作各種教學媒體以輔助教學，又同時舉辦大規模的教師在職訓練，以幫助中小學教師有效運用這些新穎的教材。果然不出數年，美國各大學的理工農醫學院就開始陸續招收到科學基礎良好、又富於創造性、頗具發展潛能的學生。再過幾年之後，美國科學與工程界都增加許多優秀的青年科學家與工程師，證明這項課程改革的成功。

可是，不久之後教育界卻又發現一個嚴重的困擾。雖然各中小學培養出不少優秀的科技人才，另一方面卻同時「生產」為數龐大「怕數學」「討厭學物理、化學」的學生。對於這一大羣將來並不預備主修科學或工程的學生來說，這些教材都太難太抽象，他們培養不出興趣與學習動機，視數學為畏途，對自然科學喪盡了信心。從此在美國中學之中，選修數學與物理化學的學生愈來愈少，即使勉強修習，其成績亦每況愈下。在科學教育史上這一套所謂「第一代科學課程」就此結束。

## 貳、提高全民科學素養

自從一九六五年前後，在美英等各國又陸續誕生許多新的中小學科學課程，例如美國的 ISCS, ISIS, FUSE, IAC 與英國的 NSS, SIS, SCISP 等課程。這些屬於所謂「第二代」的新課程，除保留第一代課程中學生自主的探討活動之外，還有如下特點：

一、趨向「個別化學習 (individualized approach)」。

二、趨向「組合單元 (module)」的運用，  
三、趨向「統整科學 (integrated science)」，  
四、注重「價值觀 (value) 教育」，  
五、注重「人性化 (humanistic) 教育」。

這些特點顯示，科學教育的目標已有很大的轉變。第一代課程的改革運動是由史普尼克一號的刺激而來，其基本目標為「重整科技教育迎頭趕上，以培養未來的優秀科技人才」。而第二代課程改革重點則為「提高全民科學素養」。

### 叁、未來的透視——發展組合單元課程

主張個別化學習使每一位未來公民，都能配合其個別差異，依照自己的興趣、需要與能力接受適當的教育，以充分發展其潛能，無論將來是否從事科學或工技之研究，都能成為社會上有功能的公民。

所謂「組合單元」就是具有專題，自成一個系統的學習單元，包括教材、教具及所配合之實作活動等。每一個組合單元是四—八小時的學習單元。「組合單元」的運用使教師與學生都能根據其需要，興趣與能力，自由選擇適當的教材，不再使大家都以同樣的順序與進度學同樣的教材，並接受同樣的評鑑。

# 組合單元學習過程〈一例〉

單元：細胞的功能

5小時  
4-5月

起點行為

1. 已能說明細胞的基本構造。
2. 已能操作顯微切片與微尺。
3. 已能說明擴散與滲透現象。

行為目標

學習流程

評量

(1) 應能收集客觀證據以討論細胞生死

SC (I)  
自我診斷

(2) 應能測定原生質流動速率

R-1 (I)  
細胞的內容

(3) 應能解釋所學現象

WL-1 (G50)  
觀察原生質流動

(4) 應能運用模型說明半透膜的機制

R-2 (I)  
核的功能

(5) 應能說明主要胞器的種類與功能

WL-2 (G100)  
細胞膜的功能

(6) 應能說明膨壓有關之現象

R-3 (I)  
胞器與其功能

WL-3 (G50)  
細胞壁的功能

E  
成就測驗 (I20)

→ T<sub>1</sub>

→ 步驟 1-②

→ 問 5

→ T<sub>2</sub>

→ T<sub>3-4</sub>

→ T<sub>5</sub>

→ 實驗報告

一個組合單元的學習過程（見附表）含有起點行為的自我診斷（SC），閱讀資料（R），實驗或觀察等實作活動（WL）及成就測驗（E）等活動。這些活動有些是學生個別的活動（I），也有集體活動（G），以適應學生自主的學習，並注重實際操作。附表為高中程度的一例，單元主題為「細胞的功能」。本表右上角「五小時」表示這個組合單元理想的學習時數，「四—五月」表示最適當的學習月份（季節），學習流程之中「G 50」表示「五〇分鐘的集體學習」，「G 100」表示「一〇〇分鐘的集體學習」，「I」則表示個別閱讀資料，並不限制時間。每一段學習活動都有具體的行為目標（左欄），也都有自我測驗（右欄，T為自我測驗），最後的成就測驗，則由教師個別實施。

以概念綱領（conceptual scheme）所統整的所謂統整科學或統合科學課程的發展，讓學生對生活切身的現象與問題以及周圍世界，能做更整體的了解，使中小學的教材不再是科技人才培育的專用教材，而有助於提高全民科學素養。這一種組合單元的課程之編製，可依照國家社會與時代的需要，也可以配合學生個別的興趣與需要，而做不同的編排，例如：

- 以「人類與環境」為主題來編製
- 以「生物組成階層」為順序而編製
- 以「適應與演化」為基本概念的編製
- 以「生化分子生物學」的學理基礎而編製
- 以「社會生物學」為基本概念而編製，等等……

## 肆、組合單元的選擇

組合單元，在國民中學的階段，宜以人的個體以及生活環境有直接關係者為內容，下面是適合國中的組合單元名稱：

- 食物與營養
- 消化
- 腎臟病
- 代代相傳（遺傳）
- 了解昆蟲
- 栽培植物
- 動物體內運輸
- 神經的調節
- 體內恆定性的維持
- 食物鏈與食物網
- 沼澤區的生態平衡
- 農業與環境
- 生育與生長
- 心臟病
- 血型
- 適當的運動
- 蛇與同類的動物
- 生物的種類
- 植物體內運輸
- 反射
- 族羣密度與其變化
- 族羣與生態系
- 漁業與保育
- 人類的祖先

• 生物的歷史

• 其他……

在高中階段，則宜以生物科學概念之發展為基礎，並以人類與生態環境為主，選擇其內容，例如：

• 顯微鏡與細胞

• 細胞的功能

• 生物體的構造與功能

• 生物與環境

• 光合作用的條件

• 光合作用的機制

• 呼吸與能量轉移

• 發酵與解糖

• 生態系的平衡

• 孟德爾的法則

• 染色體與基因

• 果蠅的遺傳

• 生殖

• 胚胎發生

• 生命的起源

• 人類的環境

• 生物資源的開發與保育

• 其他……

以上所列僅為範例並非完整的編製，當可按需要而增刪。一般而言，高中及國中均應發展大約各六十個深淺不同的各種組合單元，以供各校師生，自由選擇或指定，高中可按其升學需要設定最低學習單元數為一六一三二，國中則按其升學或就業不同的需要而設定其最低學習單元為一六十二四  
個。

## 伍、價值觀念與人性教育

「價值觀」與「人性化」的科學教育，注重學生自主的學習活動和自我評鑑，藉以積極發展其自我概念 (self concept)，提高抱負水準 (expectancy level)。凡具有自我概念的人，都能愛惜他自己的前途而努力，也能愛護別人，團體以及人類，也知道維護自然界的平衡和保育自然環境。具有科學價值觀的人，能運用其科學知識以為價值判斷的依據。

## 陸、因材施教並培養科學的價值觀念

為發展科學教育以提高全民科學素養，宜設法（如科學性向測驗之運用）以早期發現具備科學性的學生，建立新的學制，設計適當的教材，施以特殊的教育，以積極培育國家建設所需之科技人才。但，中小學的科學教育不單要培養未來的優秀科技人才，也要培養具有科學素養的政治家、經濟學家、企業家、法學家、文藝家以及其他一般公民，以配合國家社會未來的發展。

將來的科學教育應能鑑別各種人才，並施以適當的教育，使人人都能發揮其潛能，這就是孔夫子所說的因材施教，歐美各國最近所倡「個別化學習」的精神亦復如此。科學教育的目的在於培育有創造性，有正確的科學態度、能尊重現實、尊重學理結構、虛心、客觀、合羣，而有人性、有倫理觀念、能做價值判斷的公民。



## 柒、運用科技改進科學教育

科技與科教是相輔相長的，科學教育培育人才使科技進步，科技的進步也帶動科教的發展。最近教育工學，特別是資訊工學的發展，已對科學教育產生很大的影響。各種視聽器材的改進，例如各種電影機、幻燈機、透射放映機（俗稱投影機）、電視器材，以及電子計算機等，都是有助科學教育的科技產品。我們不敢說科技萬能，但借重這些科技產品，以輔助教師運用科學方法，應可大大改善教學，提高其效率。

爲發展科學教育亟需宜建立更有效的教學支援系統，幫助教師充分而有效地運用科技，因才施教改進教學充分發展每一位學生的潛能，以全面提高國民科學素養。先總統 蔣公會昭示：「爲使科學發達必須從基本教育上生根，所以加強科學教育爲當務之急。」願我科學教育界同仁，同心協力，開拓科學教育的新境界，共同爲國家之更現代化而努力。

