

國中自然科學

教學法的演變趨勢

國立臺灣師範大學 物理系 蘇賢錫

國中自然科學的教學法，今後的發展趨勢如何？本文將就這個問題，逐一加以分析檢討。在演變的過程當中，可能遭遇到許多課題，必須予以克服。因此，文末附帶簡略論及這些問題。

一、由班級教學法到個別教學法

最近，數學科與英文科方面，跟不上進度的學生人數激增，已經構成一項嚴重問題。因此，各級學校各科課程的重要目標之一，就是不要產生落伍學生。

在自然科學方面，由於跟不上進度的現象並不顯著，因此，雖然教學目標的達成比率不高，卻不至於構成問題而受到重視。事實上，自然科學方面的落伍學生並不少。

學生對自然科學的興趣與關心，其理解的程度，對自然科學各科目的好惡，對自己的學習成果的滿足感等，經過調查的結果顯示，在小學階段普遍受到學生歡迎的自然科學，到了國中高中階段，學生漸感學習困難，並且感到厭惡，這種學生的比率，有逐漸增加的趨勢。

這不僅是我國的問題，也是世界各國的共同現象。因此，不必過分憂慮，然而，擅長自然科學的學生與喜歡自然科學的學生，其人數沒有多大變化，這項事實對於自然科學的教師而言，實在是非常令人遺憾的結果。

這種結果的原因何在？首先可以想到的是，班級教學這種教學方式與利用講課來指示的學習活動。換言之，具有各種不同適應能力與志向的學生，被迫以相同的進度朝向相同的方向進行學習活動。

學習活動當然會發生快慢的差別，因此，教學進度是採用大概的平均值做為標準。然而，這種方法對反應較快的學生與反應較慢的學生而言，都不是最適當的方法。

班級教學方式也有其好處，故不一定要受到排斥，但是，問題在於教學過程完全依照同一個進度，而且教師就是這進度的決定者。

某些國家在大學入學考試時，附帶進行性向測驗，其目的不是要試驗成就（Achievement），而是要檢查可能性。然而，性向（Aptitude）一詞並不是代表能力的程度，而是表示要完成某一工作所需的時間。換言之，其基礎思想是任何工作，只要肯花費時間，任何人都能夠完成這件工作。

從這種想法看來，必然的結論是，學習活動必須依照各自的進度去進行。而且這種方法必須採取精通學習（Mastery learning）方式，亦即，每一個學生都必須完全達到學習目標。換言之，隨著教學活動的進行，教師隨時隨刻予以評量，查明學生確實達到學習目標。這就是今天的教育工程思想的主流。

採用這種教學法時，最重要的是，預先準備個別能夠使用的教材與教具。像自然科學這種以實驗或實習活動為中心的課程，要為全班學生準備足夠的教材與教具，可能增加教師不少的負擔，但是缺少這些教材與教具，就不能實現個別教學。

學生既然各自依照自己的進度去學習，那麼，教師應該做什麼？既然不必講課，那末，教師必須做什麼？教師是否無事可做？不，教師應該按照各個學生的要求而做個別指導。尤其在實驗或實習時，教師可能因為提供學生所需的材料，或指導操作技術的細節，而感到應接不暇。如此，教師的負擔不但不減輕，反而加重。然而，

教師與學生接觸的機會增加很多，而透過人與人之間的感化薰陶這種真正的教育（這是今天普遍忽視的教育），始可予以實現。

Don Stewart 認為，教育工程的思想就是尊重人格的教育，並且認為，未來的教師不應該是教導者（Instructor），而應該是教育製作者（Instructioneer）。在電影與戲劇方面，製作人（Producer）不出現在影幕上或舞台上，卻為改進作品而不遺餘力，同理，教師必須努力進行幕後工作，以期領導學生向更好的方面去發展。

二、由個別化教學法到個性化教學法

最近，美國以及其他各國的教育，其目標是培養具備實力的人物，並且開始注意依據能力的教育（Competency-based education）的思想。這一派的教育家認為，教育的目標是培養能力，以便適應各種不同的行業。簡而言之，他們希望教育能夠培養有用的人物。就一些特定的行業（例如醫師，法律家，教師等）而言，依據能力的教育比較容易瞭解，但在一般教育方面，普通一般人必須具備何種程度的何種能力？這標準的決定非常困難。

根據Arthur Foshay，人的能力可以分成下列六類：知識的、情緒的、社會的、身體的、審美的，以及精神的。Foshay 認為以上六類能力是人類能力不可或缺的元素，假如缺少其中一類，就不但會傷害自己，而且也會傷害別人。

這是 Essentialist 的想法，認為某些傳統觀念，理想，技巧等是對社會不可缺少的，必須傳授給學生。反之，有人認為能力本來就有個別差異，因此各人對教育的要求自然不同，所以必須個別設定教育目標。由於各人現在的環境不同，將來的目標也不同，故其教育方法當然不同。

因此，這不是適應個性的教育，而是發展個性，以便培養對社會有用而且具有實力的人物之教育。這種意義的個性化教育，實質上與依據能力的教育相同。

某些教育學家認為，能力（Competency）的概念介在教育總目標（Goal）與教學目標（Objective）之間。能力有時再分成次能力（Sub-competencies）。

自然科學的教學目標包括基本科學概念的 formation，科學的探討能力，科學的態度，科學的方法，科學觀的培養等，而能力的概念可以說是包括所有的這些目標，因為有用的人物不可能是僅僅有知識的人；光是有能力，卻是不想實行，這是沒有用的人物。

三、以活動為中心的教學法

許多學生，他們不喜歡自然科學，卻是喜歡實驗。學生不喜歡自然科學的第一個原因是，教師省略具體現象的經驗，而強迫學生死背抽象的概念，定律，或原理。自己探討，自己發現的方法雖然要繞一大彎，但是學生永遠牢牢記住。讓學生勉強強死背不十分理解的東西，這種教學方法不使學生感到討厭才怪。

新訂小學自然科學，注重透過學生的活動來認識自然界，這是完全符合上述要求的良好政策。

以學生活動為中心的學習，不但小學應該如此，國中階段也是應該如此。一般以為活動只是限於學生的直接經驗，亦即實驗與觀察。其實，活動包括間接經驗，例如演習（dry-pab 乾實驗）。教師必須想辦法設計各種學習活動。

前面所述的依據能力的教育中所說的能力，不但指理解與實現的可能性，且指實現與應用的能力。為了培養這種實踐能力與應用能力，必須讓學生親自活動。

四、探討式教學法的再確認

沒有人能否認，一九六〇年代自然科學教育思想的主流是探討式學習。然而，其效果不彰也是事實。其原因之一，可能是站在指導地位的教師本身沒有探討式學習的經驗，而將探討的過程予以公式化或固定化，強迫學生依序學習，結果

變成似是而非的探討式學習。

探討的過程沒有公式。反覆再三使用的技巧（科學方法），其要素可以分成幾類，探討完畢之後，為了明瞭問題的闡明是否符合邏輯而加以檢查，其方法也可以分成幾個階段，但是這些階段本身絕對不是探討的過程。

問題的解決，同時提供幾個新的問題。隨着探討的進行，問題就往新的方向去發展，並且分歧。日本東北學院大學的清水教授發明新名詞 Umbel（繖狀花序）方式，以提倡徹底追究問題的探討式學習方式。這種想法非常接近 Nuffield 的初等科學課程。

在趣旨上，探討式學習絕對沒有錯，我們必須查出效果不彰的原因，除去障礙，並且尋找提高效率的條件。

五、利用 Module 方式的教學法

為了個別化，個性化，而且為了培養能力，最近盛行 Module 方式（Modular approach）。Module 方式，原來是為大學階段而開發，後來在高中以下階段也普遍採用。教師的在職訓練，社會教育，以及成人教育方面，也開始採用 Module 方式。

Module 是建築界與電子儀器方面的常用名詞，表示組合單元，而此處所說的 Module 是代表教材單元。其內容的多寡，視學習所需時間而定，有三十分鐘到數十小時者，但是本身是自成一個單位的完整教材單元。

預先製作許多 Module，由其中選擇適當者，經過任意結合，即可進行教學。雖然說是任意組合，但是往往 Module 本身多多少少有一定次序。各個 Module 具備學習過程所需的一切設計，包括教學目標，前測，學習活動，教學評量，以及所需的 Software，前面所說的「完整教材單元」就是指這一點。各個 Module 的學習是精通學習方式，以個別學習為主，但也可以包括實驗或討論等團體活動，以及觀察教師示範演習的班級活動。

學生分別選擇不同的 Module 這就是 Module 方式的最終目標，但是，幾個學生選擇同一個 Module，或是整個班級選用同一個 Module 也可以。

學生可以自由選擇自己喜歡的 Module 來組織課程，這也是 Module 方式的特色，完全符合培養個性化能力的目標。

Module 方式的優點如下

- (1) 學習興趣顯著提高。
- (2) 學生自己計畫學習活動，自己控制進度，因而增加其參與感。
- (3) 學生在學習過程中，必須自己判斷一切，自己評量，因而養成自己學習的習慣。
- (4) 一個 Module 中，只要準備補充，替代，以及輔助教材，即可適應學生的個性。
- (5) 就知識方面的成就而言，不比一流教師的班級教學的成就差。
- (6) 學生可以選用適合自己的教育媒體（Media）。

以上是 Module 方式的優點。然而，Module 方式並不是全能的，在開發方面與使用方面，Module 方式具有下列問題。

- (1) 這種方式不適合完全自由研究的學習方法
- (2) Module 以個別學習為主，因此，實驗觀察用器材的數量，至少心須準備全班人數的三分之一組，始能進行學習活動。
- (3) 實驗室與預備室必須經過修改，方可適用 Module 方式。
- (4) 必須準備複印機，印刷機，以及其他備用零件，以便分配或供應個別用教材。
- (5) 必須考慮監視系統，以便瞭解每一個學生的進度。
- (6) 由於學生的學習內容互相不同，學生可能感到不安，甚至產生自卑感。

此外，教師因參加 Module 的開發而獲得進修的最適當機會，這也可以算是優點之一。

（取材自日本「理科教育」一九七九年一月號）